

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ DEPARTAMENTO DE ARTES  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA**

**Dissertação de Mestrado**

**INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS – UMA  
ABORDAGEM COMPOSICIONAL**

**Eduardo Luís Brito Patrício**

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Eduardo Quaranta**

**CURITIBA  
2010**

**EDUARDO LUÍS BRITO PATRÍCIO**

**INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS – UMA  
ABORDAGEM COMPOSICIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Música, da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Eduardo Quaranta

**CURITIBA  
2010**

**EDUARDO LUÍS BRITO PATRÍCIO**

**INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS – UMA  
ABORDAGEM COMPOSICIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Música, da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Daniel Eduardo Quaranta  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Maurício Dottori  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Fernando Iazzetta  
Universidade de São Paulo

## **Agradecimentos**

A Deus e a todas as suas manifestações de luz por tudo.

Aos meus amados pais pelo apoio e confiança eternos.

A Tássia, minha tão especial e amada esposa, pelo carinho, suporte e cobranças constantes.

Ao meu orientador, prof. Daniel Quaranta, por seu rigor, dedicação e por ter, desde o início, acreditado em meus projetos de estudo.

Aos professores Maurício Dottori e Fernando Iazzetta por sua participação na avaliação deste trabalho e por suas bem vindas dicas.

À profa. Rosane Cardoso por seu carinho, paciência e disponibilidade constantes.

Ao professor Daniel Barreiro pelos comentários e ideias.

Ao meu amigo Cirleno Marçal pelas incontáveis lições e dicas referentes ao universo da eletrônica e pela contribuição prática na montagem de circuitos eletrônicos.

A Lia Patrício, minha querida cunhada, pelas esporádicas e edificantes conversas sobre aventuras acadêmicas e pelas dicas de tradução.

Ao professor Miller Puckette por sua atenção e prontidão em ajudar neste trabalho.

Ao professor Achim Bornhoeft por sua disponibilidade em ajudar em meus estudos de Pure Data.

Aos compositores Chikashi Miyama e Hans-Cristoph Steiner pela disponibilidade.

A todos os demais amigos e familiares que de um modo ou de outro, conscientes ou não, me ajudaram neste percurso.



*“Invention is the mother of necessity.”*

Thorstein Veblen

## RESUMO

Este trabalho propõe uma abordagem peculiar em relação à luteria digital que se utiliza de um paralelo hipotético entre os instrumentos musicais digitais e obras musicais de cunho semi-improvisacional. Parte-se dos conceitos de “obra-aberta” de Umberto Eco e “obra-processo” de César Aira e da visualização dos elementos estruturais e possibilidades prático-musicais que caracterizam os instrumentos digitais. Em seguida, é apresentada a questão da necessidade da realização de escolhas no trabalho de luteria digital e é proposto um roteiro de planejamento para guiar tais escolhas, segundo um pensamento composicional. Por fim, são apresentados e descritos alguns exemplos de instrumentos musicais digitais.

**Palavras-chave:** composição musical, luteria digital, instrumentos musicais digitais, obra aberta.

## **ABSTRACT**

This dissertation proposes a hypothetic parallel between digital musical instruments and semi-improvisational music compositions. The starting point are some key concepts like Ecos's "open work" and Aira's "process-work" and the visualization of the digital instrument's structural elements and its practical possibilities. Then the question of the digital luthier's work necessity of choosing is presented, followed by a proposed itinerary to guide these decisions according to a compositional thinking. Lastly, some examples of digital instruments are presented and described.

**Keywords:** music composition, digital lutherie, digital musical instruments, open work.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Modelo estrutural tripartite de um IMD .....	17
Figura 2: Piano preparado eletromagneticamente (close dos eletroímãs sobre as cordas) .....	19
Figura 3: Controlador MIDI Yamaha WM5 .....	20
Figura 4: Protótipo do <i>Silent Drum</i> .....	21
Figura 5: Dan Trueman tocando o BoSSA .....	21
Figura 6: <i>Audio Shaker</i> .....	22
Figura 7: Close do tampo da <i>Reactable</i> durante uso .....	23
Figura 8: Exemplo comparativo de hipotéticos mapeamentos em um instrumento acústico e em um IMD .....	26
Figura 9: Estratégias de mapeamento explícito .....	27
Figura 10: Interação homem e máquina, visão sistemática adaptada do diagrama de Bongers .....	34
Figura 11: Trecho da partitura de In C de Terry Riley .....	38
Figura 12: Paralelo entre a “estrutura” aberta e os três níveis de realização de um IMD...	44
Figura 13: Mesmo fragmento musical em programação de Pd e notado de maneira tradicional .....	45
Figura 14: Três níveis de limites de abstração .....	49
Figura 15: Exemplos de chaves e potenciômetros .....	51
Figura 16: Exemplos de dispositivos sensores diversos .....	52
Figura 17: Os três níveis de realização e exemplos de ações ligadas a cada um deles .....	53

Figura 18: Chikashi Miyama interpretando <i>Angry Sparrow</i> .....	57
Figura 19: Interface <i>Seven Eyes</i> .....	58
Figura 20: Exemplo de tabela-partitura usada no <i>patch</i> de <i>Angry Sparrow</i> .....	59
Figura 21: Interface gráfica do <i>patch</i> de <i>Angry Sparrow</i> .....	59
Figura 22: Mapeamento básico de <i>Stickmusic</i> .....	62
Figura 23: Steiner tocando o <i>Stickmusic</i> .....	63
Figura 24: Interface gestual (Joystick Attack 3): eixos e botões .....	67
Figura 25: Interface gráfica do aplicativo M.M.S.....	68
Figura 26: Patches de Pd extras (mesa de som e GUI de controle do joystick) .....	69
Figura 27: Mapeamento básico das amostras controláveis (grupo A) .....	71
Figura 28: Amostras com características de envoltória distintas .....	73
Figura 29: Interface gestual do WiiMA, respectivamente Nunchuk e Wii Remote .....	74
Figura 30: Interface gráfica do aplicativo desenvolvido para o WiiMA .....	76
Figura 31: Mapeamento de botões e controles direcionais .....	77
Figura 32: Mapeamento básico dos acelerômetros nos controladores de jogo Wiimote e Nunchuk .....	78
Figura 33: Quadro-resumo dos elementos em cada nível de realização do IMD WiiMA...	79
Figura 34: Interface gestual do instrumento digital Zin.....	80
Figura 35: Posicionamento de sensores e botões no IMD Zin.....	81
Figura 36: Ilustração em três dimensões da estrutura de acrílico e alumínio do IMD Zin..	81
Figura 37: Interface gráfica de interação do IMD Zin.....	83
Figura 38: Mapeamento básico do IMD Zin .....	84

Figura 39 Quadro-resumo dos elementos em cada nível de realização do IMD Zin..... 86

Figura 40: Sensores de distância e exemplo de posicionamento das mãos sobre eles ..... 87

# SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	8
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1 INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS</b> .....	15
1.1 ESTÁGIOS DO MODELO TRIPARTITE.....	18
1.1.1 Interface gestual / Dispositivo de entrada .....	18
1.1.2 Mapeamento .....	24
1.1.3 Geração Sonora .....	27
1.2 INSTRUMENTOS TRADICIONAIS E INSTRUMENTOS DIGITAIS .....	29
<b>2 PARALELO: INSTRUMENTO DIGITAL/OBRA-PROCESSO</b> .....	36
2.1 OBRA ABERTA E OBRA-PROCESSO .....	36
2.2 INSTRUMENTO DIGITAL COMO OBRA-PROCESSO .....	40
2.3 LUTERIA DIGITAL: ESCOLHAS/TRABALHO COMPOSICIONAL .....	43
<b>3 ALGUNS INSTRUMENTOS</b> .....	56
3.1 EXEMPLOS DE INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS .....	56
3.1.1 Seven Eyes / Angry Sparrow .....	56
3.1.1.1 Hardware .....	57
3.1.1.2 Software .....	58
3.1.1.3 Mapeamento .....	60
3.1.1.4 Considerações .....	60
3.1.2 Stickmusic .....	60
3.1.2.1 Hardware .....	61
3.1.2.2 Software .....	61

3.1.2.3 Mapeamento .....	62
3.1.2.4 Considerações .....	62
3.2 INSTRUMENTOS DESENVOLVIDOS PARA A PESQUISA .....	63
3.2.1 M.M.S. ....	65
3.2.1.1 Hardware .....	66
3.2.1.2 Software .....	67
3.2.1.3 Mapeamento .....	69
3.2.1.4 Limites / Abertura .....	71
3.2.1.5 Considerações .....	73
3.2.2 WiiMA .....	74
3.2.2.1 Hardware .....	75
3.2.2.2 Software .....	76
3.2.2.3 Mapeamento .....	77
3.2.2.4 Limites / Abertura .....	78
3.2.2.5 Considerações .....	79
3.2.3 Zin .....	80
3.2.3.1 Hardware .....	80
3.2.3.2 Software .....	82
3.2.3.3 Mapeamento .....	84
3.2.3.4 Limites / Abertura .....	85
3.2.3.5 Considerações .....	86
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>103</b>



## INTRODUÇÃO

Após o estabelecimento de algumas poéticas musicais diretamente baseadas em tecnologias do século XX através, principalmente, do trabalho dos núcleos de Paris e Colônia, por volta do final da década de 1950, vários compositores intensificaram a busca por estratégias para a apresentação de música eletrônica ao vivo, além da execução acusmática através de alto-falantes de peças registradas em fita magnética. O compositor Gordon Mumma (1975, p. 292) elenca cinco estratégias utilizadas a partir desse período, (1) uso de partes gravadas em fita magnética reproduzidas ao vivo, simultaneamente à execução de instrumentos acústicos (o que se conhece atualmente por música eletroacústica mista); (2) novos usos da fita magnética sem referências à música tradicional; (3) adaptação de técnicas de estúdio para utilização em tempo real; (4) uso de dispositivos eletrônicos variados com ou sem acréscimo de instrumentos acústicos; (5) uso de computadores digitais como ferramentas de composição e síntese ainda na década de 1970.

Segundo Rowe (1993, p. 2-3), em um primeiro estágio, os principais acréscimos de recursos computacionais aplicáveis à música foram as novas possibilidades de geração sonora, de timbre e de composição algorítmica. No entanto, estes primeiros sistemas computacionais não possuíam capacidade de processamento em tempo real e, portanto, também não eram capazes de servir a situações interativas. Com frequência, computadores foram utilizados por compositores para possibilitar controle absoluto sobre cada detalhe de suas composições (WINKLER, 1998, p. 10). Nesse sentido o computador proporcionou a eliminação das influências dos intérpretes, possibilitando aos compositores a construção meticulosa de cada aspecto de suas peças diretamente na máquina (ROWE, 1993, p. 5). Na década de 1980, em função do desenvolvimento de sintetizadores digitais e do uso do protocolo MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), vários instrumentos digitais foram lançados no mercado por empresas como Yamaha, Casio, Roland, Korg e Kawai. Porém o teclado semelhante ao de um piano era o dispositivo de entrada e controle mais comum, praticamente o único disponível, entre eles (MANNING, p. 377). Na segunda metade da década de 1980 foram desenvolvidos controladores, compatíveis com o protocolo MIDI, que utilizavam outros métodos de entrada, como os semelhantes a instrumentos de sopro, EWI e

EVI (fabricados pela Akai), WX7 da Yamaha; e o Zeta violin, fabricado pela Zeta Music (MANNING, 2004, p. 378; BOULANGER, 1986, p.132). Paralelo a essa produção comercial, havia o interesse de pesquisadores de diversos centros ligados à tecnologia musical em desenvolver formas alternativas de controle sobre módulos de síntese e sistemas computacionais (como *Conductor*, software desenvolvido por Max Mathews).

Porém, principalmente nas últimas duas décadas, o desenvolvimento de instrumentos musicais digitais não comerciais e personalizados (aqui referenciados como IMDs<sup>1</sup>) cresceu consideravelmente e tornou-se foco de inúmeros estudos em Universidades e centros de pesquisa em todo o mundo, como CCRMA (*Center for Computer Research in Music and Acoustics, Stanford University*), *Sonic Art Research Centre*, Ircam, IDMIL (*Input Devices and Music Interaction Laboratory, McGill University*), Universidade Católica do Porto, *Tufts University*, entre outros. A conferência internacional NIME (*New Interfaces for Musical Expression*), que este ano alcança sua décima primeira edição e reúne publicações e apresentações artísticas diversas em torno de dispositivos e estratégias de interação homem-máquina, é um forte indicador desse crescimento e uma importante fonte de publicações específicas sobre *design* de IMDs.

Hoje em dia, o uso de instrumentos eletrônicos, que combinam interfaces gestuais e síntese sonora realizada por computadores, é facilitado pela disponibilidade e disseminação de *softwares* versáteis, com capacidade de processamento em tempo real como *Pure Data*, *Max/MSP* e *Super Collider*, que permitem a criação de aplicações especializadas, pelo maior e mais barato acesso a computadores portáteis e, certamente, pela disponibilidade de dispositivos digitais de *hardware* próprios para desenvolvimento de protótipos como Arduino, CUI32, I-CubeX, U-HID, PoKeys, MIDITron, UMC32<sup>2</sup>, entre outros. Em função dessa acessibilidade, há inúmeros projetos personalizados sendo desenvolvidos em universidades, centros de pesquisa e por diletantes, entusiastas da experimentação sonora eletrônica, na busca de alternativas às opções oferecidas pela indústria especializada. Em suma, o atual acesso à informação e a computadores relativamente baratos e eficientes proporcionam uma certa facilidade na criação de ferramentas de experimentação sonora com capacidade de

---

<sup>1</sup> Terminologia e sigla utilizadas por Wanderley no artigo Instrumentos Musicais Digitais - Gestos, Sensores e Interfaces (2006).

<sup>2</sup> Maiores informações sobre estes dispositivos podem ser encontradas, respectivamente pela ordem de citação, nos sites a seguir: <http://www.arduino.cc/>; <http://code.google.com/p/cui32/>; <http://infusionsystems.com/catalog/index.php>; <http://www.u-hid.com/home/index.php>; <http://sites.google.com/site/polabs/pokeys>; <http://eroktronix.com/>; <http://www.halemicro.com/Products/Products.html>.

processamento em tempo real. Perry Cook, em artigo publicado no ano de 2001, por exemplo, afirma que novos instrumentos baseados em computador já são tão difundidos que chegam a ser lugar-comum (COOK, 2001, p. 1). Hoje em dia, instrumentos digitais podem ser pensados e desenvolvidos integrando uma infinidade de recursos com qualquer dispositivo de entrada, de geração e processamento sonoros e com estruturas lógico-musicais subjacentes. A partir destas possibilidades de recursos de *hardware* (interfaces gestuais) e elaboração de *software* (síntese, processamento e organização sonoros), algumas questões se apresentam, tais como, que novos instrumentos construir? Como? Com que capacidades? Com quais objetivos artístico-musicais?

Esta pesquisa lida com a ideia de planejar e desenvolver instrumentos musicais digitais a partir de um ponto de vista composicional. A escolha de tal objeto de estudo se deu, inicialmente, em função da combinação de dois interesses pessoais distintos, e com certa frequência distantes, composição de música eletroacústica e performance ao vivo. A partir desses dois elementos, desenvolvi uma crescente inclinação em direção a novos instrumentos digitais, por sua capacidade de conduzir ao palco recursos de manipulação sonora característicos da música eletroacústica, e antes restritos ao ambiente do estúdio. Além disso, o uso de instrumentos executáveis em tempo real também apresenta um certo poder atrativo pela possibilidade de recolocar uma porção de gestualidade, interpretação e causalidade humanas, características limitadas em peças eletroacústicas acsmáticas, totalmente pré-compostas ou mesmo peças que combinam música fixada em suporte e música instrumental.

Sendo assim, o objetivo geral desta pesquisa é, a partir do estabelecimento de um paralelo entre a criação de instrumentos musicais digitais e a atividade composicional sob a perspectiva contemporânea de “obra aberta” (ECO, 2008) e “obra-processo” (AIRA, 1998), visualizar uma abordagem estrutural no trabalho de luteria digital. De modo mais específico, busca-se visualizar estruturas, etapas de planejamento e estratégias de criação de IMDs, levantar brevemente questões tanto técnicas quanto estético musicais relacionadas à luteria digital e aplicar tal percurso à criação de exemplos de novos instrumentos digitais. É interessante deixar claro que a intenção não é afirmar e/ou provar que instrumentos digitais são composições ou obras de arte em si mesmos, mas apontar a possibilidade da feitura de produtos tecnológicos com direcionamentos estético-artísticos através de um processo de investigação que parte de um paralelo entre uma hipotética e simplificada “estrutura de obra

aberta” e instrumentos musicais digitais.

Para tanto, foram revistos trabalhos teóricos que abordam diversos aspectos relacionados à criação de instrumentos digitais e à composição com uso de meios computacionais; foram brevemente revistos conceitos importantes para o estabelecimento do paralelo instrumento/obra musical, como as ideias de obra aberta e obra processo; foi elaborado uma espécie de roteiro sugestivo de aspectos estruturais e composicionais a considerar na criação de um instrumento digital; e, por último, foram apresentadas descrições dos instrumentos digitais desenvolvidos no decorrer da pesquisa.

No primeiro capítulo, é apresentada uma noção geral de instrumento musical digital e são abordadas questões relativas a sua estrutura tripartite: interface gestual, mapeamento e geração sonora. Também é feito um breve levantamento de características distintivas entre instrumentos tradicionais acústicos e instrumentos digitais.

No capítulo dois, são apresentados os conceitos de obra-aberta, obra-processo e obra-apêndice que servem de suporte para o estabelecimento de uma argumentação em favor da compreensão metafórica de IMDs como obras musicais. Ainda no mesmo capítulo, é apresentada uma divisão didática dos recursos e ações que envolvem a criação e o uso de IMDs em *três níveis de realização*. Também são feitas considerações sobre o universo de escolhas possíveis e necessárias para a criação de um instrumento digital e sobre a produção sonora através de meios computacionais.

O terceiro capítulo traz exemplos de instrumentos digitais, apresentados de modo descritivo, a partir das ideias e conceitos discutidos nos capítulos anteriores. Numa primeira parte, são descritos dois instrumentos, *StickMusic*, desenvolvido por Hans-Christoph Steiner, e *Seven Eyes / Angry Sparrow*, criado por Chikashi Miyama. Na segunda parte deste capítulo, são apresentados, também de forma descritiva, os instrumentos-obra que desenvolvi durante e para esta pesquisa. Cada um deles foi planejado e desenvolvido segundo a perspectiva hipotética do instrumento digital como obra-processo. São eles, M.M.S, WiiMA e Zin.

O quarto capítulo traz considerações finais acerca da questão da luteria digital a partir do paralelo com uma “estrutura aberta”, sobre o percurso e os produtos artísticos frutos da pesquisa.

## 1 INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS

A pesquisa acerca do desenvolvimento de novas interfaces/instrumentos musicais digitais (IMDs) tem crescido, principalmente nas últimas décadas, e está presente em diversos centros de pesquisa ligados à tecnologia musical e à música computacional, como STEIM, CCRMA (Stanford University), *Sonic Art Research Centre*, Ircam, IDMIL (McGill University), Universidade Católica do Porto, Tufts University, entre outros. Um forte indicador desse crescimento é a conferência internacional NIME<sup>3</sup> (*New Interfaces for Musical Expression*), que este ano alcança sua décima primeira edição e reúne publicações e apresentações artísticas diversas em torno de dispositivos e estratégias de interação homem-máquina. Algumas das possíveis causas para tal crescimento seriam materiais, disponibilidade cada vez maior de recursos como sensores, microprocessadores, acessórios multimídia e computadores com maior capacidade de processamento; custos menores; difusão de programas com capacidade de processamento de dados e áudio em tempo real como *Max-MSP*, *Pure Data* e *Super Collider*. Mas há também uma motivação artística para a investigação de novas interfaces: a exploração de novas relações do homem com a performance, escuta e compreensão da música.

É interessante atentar para a ideia geral de instrumento musical antes de falar dos instrumentos digitais em si. Como recurso didático será apontada uma classificação de instrumentos musicais bastante difundida, e provavelmente a mais utilizada até hoje, conhecida como Hornbostel-Sachs. Esta classificação foi publicada pela primeira vez em 1914 por Eric Hornbostel e Curt Sachs. De modo geral, baseia-se na materialidade dos instrumentos em si e apresenta uma divisão em quatro grandes grupos. (1) Idiofones, (2) Membranofones, (3) Cordofones e (4) Aerofones. Em 1937, F. W. Galpin acrescentou uma quinta categoria, os eletrofones (LATHAM, 2008, p. 771). Tal categoria incluiu todo e qualquer instrumento que se utiliza de eletricidade para seu funcionamento, desde que não somente como forma de amplificação de seus sons (GALLAGHER, 2009, p. 65). Sendo assim, os instrumentos digitais, incluindo os tratados aqui nesta pesquisa - encaixariam-se no

---

<sup>3</sup> Todas as publicações apresentadas nas edições anteriores da conferência estão disponíveis para *download* no sítio, <http://www.nime.org/>.

grande grupo dos eletrofonos. No entanto, tal critério, presença de eletricidade, é certamente insuficiente, pois gera uma categoria bastante vaga que reuniria, hoje em dia, um número muito grande de instrumentos com características bastante diversas. Notadamente existem diversas formas de se pensar a classificação de instrumentos, uma tarefa complexa e extensa que não se configura como foco deste trabalho. A citação da classificação Hornbostel-Sachs deve ser entendida unicamente como uma tentativa de situar, mesmo que de maneira imprecisa, os instrumentos aqui tratados diante de uma classificação bastante difunda. Além do mais, antes de uma tentativa de classificação, uma dificuldade inicial seria a própria definição de instrumento musical. Diante das tecnologias atuais e de seus usos torna-se mais difícil estabelecer uma noção universal de instrumento. É preciso atentar para o fato de que a própria noção atual de instrumento, em função sobretudo do desenvolvimento e difusão de recursos tecnológicos de gravação, manipulação, transmissão e reprodução de áudio, aponta para algo que possivelmente se afasta e/ou estende a noção tradicional de instrumento musical. A partir de uma perspectiva bastante ampla, pode-se pensar em instrumentos musicais como ferramentas voltadas à produção de sons musicais. Apel (1974, p. 413) define instrumentos como “Designação genérica para todos os mecanismos que produzem sons musicais e consequentemente para todos os meios de comunicação musicais com exceção da voz humana.”<sup>4</sup>. Tal definição, exposta dessa forma, implicaria atualmente na abrangência dos meios tecnológicos de reprodução de sons fixados - tocadores de fita magnética, *compact disc* ou mp3, por exemplo; além de quaisquer recursos de geração sonora digital. No entanto, talvez seja necessário considerar não só a capacidade de geração ou reprodução de sons, mas também o uso que se faz de cada uma dessas ferramentas. Uma forma de evitar generalizações e desnecessárias confusões entre ferramentas sonoras e instrumentos seria considerar que a partir do momento em que um determinado dispositivo extrapola sua funcionalidade e é usado em uma busca estética, musical, ele deixa de ser somente uma ferramenta para se configurar um instrumento musical.

Considera-se aqui como modelo básico de um instrumento musical digital os seguintes componentes/estágios: *interface gestual* (ou *dispositivo de entrada*) e *unidade de geração sonora*. A interface gestual corresponde ao *hardware* destinado a transduzir, de

---

<sup>4</sup> “Generic name for all mechanisms producing musical sounds and hence for all musical media with the exception of the human voice.”

alguma forma, ações, gestos físicos do *performer* em informação digital que é utilizada para controlar os recursos da unidade de geração sonora. “Ambas as unidades são módulos independentes relacionados entre si através de estratégias de mapeamento”<sup>5</sup> (MIRANDA e WANDERLEY, 2006, p. 3). Considera-se como mapeamento a “(...) correspondência entre parâmetros de controle (derivados das ações do *performer*) e os parâmetros de síntese sonora (...)”<sup>6</sup> (HUNT et al., 2000, p. 209). No entanto, devido à decisiva importância das estratégias de mapeamento no resultado final de um IMD, parece interessante incluir as estratégias de mapeamento como um dos componentes básicos na estrutura de um IMD. Desse modo teria-se um modelo tripartite: interface gestual, mapeamento e unidade de geração sonora (Fig. 1).

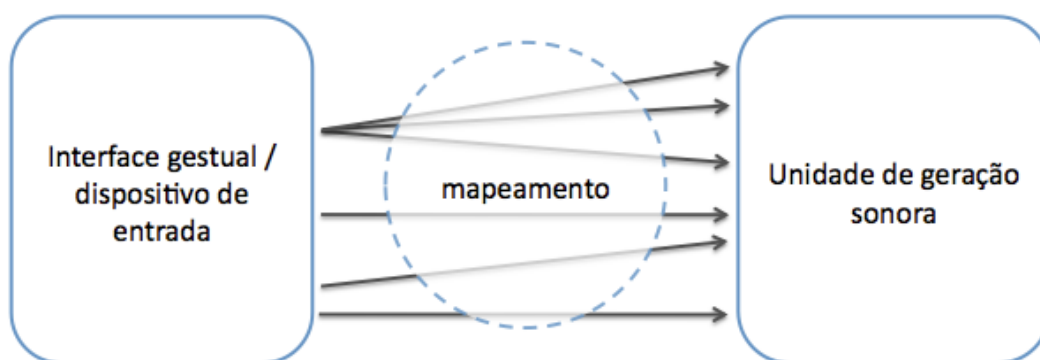


Figura 1 – Modelo estrutural tripartite de um IMD.

Esta pesquisa lida mais especificamente com novos instrumentos, não comerciais e, de algum modo, não convencionais, que têm sua parte programacional desenvolvida e executada em computadores. No entanto, podem-se incluir entre os IMD também instrumentos como teclados sintetizadores comerciais. Estes, em geral, possuem os circuitos responsáveis pela parte de software encapsulados na parte física, que inclui os componentes sensores que formam a interface gestual. No entanto, apesar dessa proximidade física e aparente unidade entre dispositivo de geração sonora e dispositivo de entrada, ambos são de fato dois componentes distintos, conectados de modo arbitrário e sem as relações diretas de causalidade presentes nos instrumentos acústicos tradicionais. Mais adiante essa questão das

<sup>5</sup> “Both units are independent modules related to each other by mapping strategies”.

<sup>6</sup> “(...) correspondence between control parameters (derived from performer actions) and sound synthesis parameters(...)”

diferenças entre instrumentos acústicos e digitais será retomada.

## 1.1 ESTÁGIOS DO MODELO TRIPARTITE

### 1.1.1 Interface Gestual / Dispositivo de entrada

Como foi dito anteriormente, esse componente é o responsável pela entrada e transdução dos gestos físicos do *performer* em informação a ser utilizada no controle do sistema de geração sonora de um IMD. Aqui, “Um gesto pode ser definido como um movimento corporal que transmite informação”<sup>7</sup>. (SHARON, 2004, p.1). Para tanto, utilizam-se recursos de computação física com os quais é possível estabelecer intercâmbios entre o ambiente físico e o computacional, não somente através de dispositivos padrão como *mouse* e teclado, mas fazendo uso de outros tipos de equipamento capazes de detectar, mapear e mensurar gestos diversos. (JO, 2008, p. 123)

Hoje em dia, há uma infinidade de recursos disponíveis para tanto, o que implica, durante o planejamento de um instrumento, a necessidade de escolhas apropriadas aos objetivos funcionais e estéticos de cada projeto.

Do ponto de vista da entrada, a cada vez mais ampla e crescente disponibilidade de tecnologias de detecção permite que virtualmente qualquer tipo de gesto físico ou parâmetro externo possa ser monitorado e digitalizado em um computador. [...] Nós ainda podemos golpear, atingir, pinçar, esfregar ou tocar com um arco, embora o *performer* não seja mais diretamente responsável pela transferência da energia necessária para o instrumento soar. Nós também podemos, obviamente, clicar, clicar duas vezes, digitar, apontar, arrastar, girar ou arrastar e soltar, mas podemos tentar fazer outras coisas também.<sup>8</sup> (JORDÁ, 2005b, p. 25)

---

<sup>7</sup> “A gesture can be defined as a body movement which conveys information.”

<sup>8</sup> “On the input side, the wider and ever increasing availability of sensing technologies enables virtually any kind of physical gesture or external parameter to be tracked and digitized into a computer. [...] We can still blow, strike, pluck, rub or bow, although the performer is not anymore directly responsible for transferring the energy needed by the instrument to sound. We also can, obviously, click, double-click, type, point, slide, twirl or drag and drop, but we can try to do other things too.”



Existem várias formas de categorizar os diferentes tipos de dispositivos de entrada. Uma delas é a partir de um critério de semelhança em relação a instrumentos tradicionais (MIRANDA e WANDERLEY, 2006, p. 19), segundo o qual têm-se quatro grupos de dispositivos de entrada: (1) *instrumentos aumentados* (ou hiper-instrumentos), que consistem em instrumentos acústicos acrescidos de aparatos extras, para permitir uma expansão de suas possibilidades sonoro-expressivas originais através de recursos eletrônicos. Um exemplo de dispositivo de entrada hiper-instrumento é o *piano preparado eletromagneticamente* (*Electromagnetically Prepared Piano*, Fig. 2), um piano convencional acrescido de doze eletroímãs posicionados sobre as cordas. Os ímãs são controlados por um *patch* de Max/MSP<sup>9</sup> e podem fazer com que as cordas do piano ressonem em diferentes frequências (BLOLAND, 2007, p. 125-126).

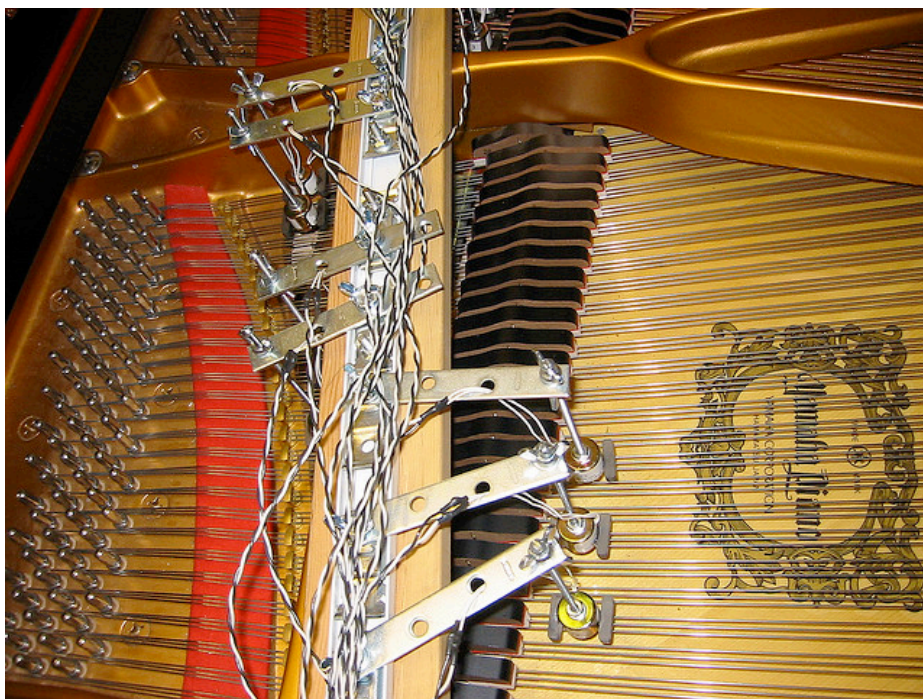


Figura 2 - Piano preparado eletromagneticamente (close dos eletroímãs sobre as cordas)

(2) *Semelhantes a instrumentos tradicionais*, são como versões eletrônicas de

<sup>9</sup> Max/MSP é um programa “[...] originalmente escrito por Miller Puckette, foi extensivamente revisado e expandido por David Zicarelli (....) Max/MSP é um ambiente gráfico interativo para música, processamento de áudio e multimídia” (“[...] written originally by Miller Puckette, was extensively revised and expanded by David Zicarelli [...] Max/MSP is an interactive graphic environment for music, audio processing, and multimedia”) (CIPRIANI e GIRI, 2010, p. XI).

instrumentos tradicionais. Em geral, sua estrutura física, mecanismos de controle e modos de execução são semelhantes aos instrumentos acústicos inspiradores. Exemplo, o controlador MIDI Yamaha WX5 se assemelha a instrumentos acústicos de sopro, possui chaves que podem corresponder a digitações diferentes e um bocal com dispositivos sensores que emulam o controle de instrumentos com ou sem palheta (fig. 3).



Figura 3 - Controlador MIDI Yamaha WM5 (YAMAHA , acesso em: 11 nov. 2010)

(3) *Inspirados em instrumentos tradicionais*, são aqueles que têm somente parte de sua estrutura física, modo de funcionamento ou execução baseados em um instrumento acústico. Exemplos: *silent drum* (fig. 4) é inspirado em um tambor, tem um tecido elástico no lugar da pele e sua lateral possui uma abertura por onde uma câmera capta as deformações sofridas pelo tecido elástico durante uma performance (OLIVER e JENKINS, 2008); BoSSA (*Bowed-Sensor-Speaker-Array*, fig. 5) é inspirado em um violino, possui uma série de correspondências em relação à estrutura física do instrumento tradicional, mas é um instrumento bem diferente quanto à técnica de execução e sobretudo quanto ao resultado sonoro. BoSSA é formado por um conjunto esférico de doze alto-falantes (correspondente à caixa de ressonância do violino), um conjunto de esponjas (que correspondem às cordas), um braço de violino acústico adaptado com um sensor linear de posição e um arco tradicional também adaptado com sensores de pressão (TRUEMAN e COOK, 2000, p. 121).



Figura 4 - Protótipo do *Silent Drum*



Figura 5 - Dan Trueman tocando o BoSSA

(4) *Alternativos*, são dispositivos de entrada que não apresentam qualquer semelhança com um instrumento tradicional acústico. Pode-se citar como exemplo o *Audio Shaker (sacudidor)* (Fig. 6), que se assemelha a uma coqueteleira e cria a ilusão de abrigar fisicamente qualquer som emitido próximo a sua entrada. “Os sons capturados neste espaço são transformados, [...] reagindo diretamente aos movimentos da sacudidor, sutis ou violentos”<sup>10</sup> (HAUENSTEIN, acesso em: 08 out. 2010).



Figura 6 - *Audio Shaker*

Outro exemplo de interface alternativa, Reactable (fig. 7):

[...] sua base é uma mesa redonda translúcida. Uma câmera de vídeo situada embaixo analisa continuamente a superfície da mesa, monitorando a natureza, a posição e a orientação dos objetos que nela são distribuídos. Os objetos são passivos e de diferentes formas, sem quaisquer sensores ou atuadores. Os usuários interagem movendo-os, controlando a estrutura topológica e os parâmetros de um sintetizador de som<sup>11</sup> (JORDÀ, 2005a, p. 579).

<sup>10</sup> “Sounds caught in this void are transformed, [...] reacting directly to the shaker's movements, subtle or violent”

<sup>11</sup> “[...] is based on a translucent round table. A video camera situated beneath, continuously analyzes the table surface, tracking the nature, position and orientation of the objects that are distributed on it. The objects are passive and of different shapes, without any sensors or actuators. Users interact by moving them [...] controlling [...] the topological structure and the parameters of a sound synthesizer.”





Figura 7 - Close do tampo da Reactable durante uso.

Já Paradiso (1997) faz um levantamento dos instrumentos eletrônicos desenvolvidos ao longo da história e os divide em função do seu aspecto estrutural geral, favorecendo, segundo Jordà (2005b, p. 36), “[...] o ponto de vista do intérprete e não a abordagem do *designer*, classificando controladores de acordo com o modo como são usados ou vestidos, em vez de considerar como funcionam internamente ou como podem ser construídos”<sup>12</sup>. Paradiso aponta os seguintes grupos: *interfaces que se utilizam de teclado* (semelhante ao do piano); *percussivas*; *semelhantes a instrumentos de cordas*; *instrumentos aumentados ou hiper-instrumentos*; *semelhantes a batutas*; *interfaces vestíveis* (como luvas e sensores de sinais biológicos); e *interfaces que prescindem de contato algum do performer*.

Jordà, por sua vez, não tenta estabelecer uma nova categorização. Parte da classificação de Wanderley e Miranda, por semelhança a instrumentos acústicos, e adiciona uma categoria distinta: dispositivos de *controle baratos e tomados de empréstimo* (*cheap and borrowed controllers*) (JORDÀ, 2005b, p. 30 - 41). Tal categoria se refere ao uso adaptado de dispositivos não desenvolvidos especificamente para aplicações musicais, tais como controles de jogo, mesas digitalizadoras, superfícies de controle MIDI, interfaces gráficas com acesso por mouse e teclado ASCII etc.

<sup>12</sup> “[...] the performer’s point of view and not the designer’s approach, classifying controllers according to how they are used or worn, instead of considering how they work internally or how they can be constructed.”

Iazzetta (1997, p. 4), em sua proposta de classificação de instrumentos eletrônicos que dá ênfase ao caráter de independência entre dispositivos de entrada e módulo de geração sonora, propõe uma divisão em três grupos de interfaces. O primeiro deles corresponde às interfaces *Físicas*. Estas se subdividem em: (1) “baseadas na extensão eletrônica de um instrumento mecânico: os sons provenientes das vibrações geradas pelo instrumento são captados e processados eletronicamente de modo a expandir as possibilidades oferecidas originalmente por esse instrumento.” (Ibid, 1997, p. 5); (2) “modeladas a partir de um instrumento mecânico: são interfaces inspiradas em instrumentos tradicionais, porém são usadas para controlar um sistema eletrônico de geração sonora.” (Ibid, 1997, p. 5) e (3) “novas interfaces: ampliam os modos de controle de geração sonora pelo intérprete e não estão baseadas nos modelos clássicos de instrumentos.” (Ibid, 1997, p. 5). Este primeiro grupo se assemelha à classificação de Wanderley e Miranda.

O segundo grupo, segundo Iazzetta, é o das interfaces *Conceituais* (formais), interfaces “[...] ligadas ao desenvolvimento do computador e [que] separam o conceito de instrumento da interface física” (1997, p. 5). Iazzetta subdivide as interfaces conceituais em (1) “linhas de comando” e (2) “gráficas”. O terceiro e último grupo é o das “Biológicas: interfaces que captam sinais biológicos para produzir ou controlar sons” (1997, p. 5).

### 1.1.2 Mapeamento

Este componente é de grande importância para um IMD, pois é através dele que as ações de um *performer* podem ser conectadas ao controle de eventos sonoros, de processamentos diversos, ativação de processos e estruturas musicais etc. Ou seja, não seria de grande valia dispor de um dispositivo de entrada cheio de recursos, sensores diversos, potenciômetros e botões, e de uma unidade de geração sonora poderosa, sem uma forma eficaz de interconectar estas duas instâncias, de modo que permita uma performance funcional e expressiva em tempo real. Quer dizer, o mapeamento é um estágio-chave porque possibilita o controle mais ou menos articulado entre interface gestual e dispositivo de geração sonora. Esta capacidade de articulação é essencial a um instrumento musical, principalmente se se considera a necessidade da construção, em tempo real, de

direcionamentos formais ao longo de uma performance musical, com todas as suas sutilezas, estratégias de expressividade e contraste. A seguinte afirmação de Rowe corrobora esta ideia: “Se um ser humano deve coordenar as respostas da máquina em um contexto musical que se desenvolve, é necessário uma sofisticada interface para permitir um fácil acesso aos controles apropriados.” (ROWE, 1994, p. 79)<sup>13</sup>. O mapeamento estabelece relações arbitrárias entre o gesto físico e o resultado sonoro final, e estas relações “são parte do projeto do próprio instrumento” (IAZZETTA, 2009, p. 170). Segundo Sharon, “Um instrumento expressivo pode ser definido, de modo amplo, como aquele que usa um esquema efetivo de mapeamento e uma metáfora global para transmitir o sentimento do músico à platéia.”<sup>14</sup> (2004, p.1). Tal afirmação ressalta a importância do mapeamento tanto para o desempenho funcional e expressivo do instrumento quanto para a possibilidade de apreensão, por parte do público, de alguma relação causal entre gesto e resultado sonoro.

De fato, em um IMD as conexões entre gesto e resposta são completamente arbitrárias. Para facilitar a compreensão do modo como o mapeamento pode acontecer em um IMD, é importante observar esta peculiaridade fundamental - a não conexão direta entre cada ação do músico e um evento sonoro específico. Ou seja,

Nos instrumentos musicais acústicos o dispositivo de geração sonora é inseparável do dispositivo de controle humano [...]. No entanto, no caso dos instrumentos musicais eletrônicos (onde o dispositivo de interação – ou entrada – é independente do dispositivo de síntese sonora) não há qualquer mapeamento implícito de um para o outro.<sup>15</sup> (HUNT et al., 2000 p. 209) (Fig. 8)

---

<sup>13</sup> “If a human is too coordinate the responses of the machine with an evolving musical context, a sophisticated interface is required to allow easy access to the appropriated controls.”

<sup>14</sup> “An expressive instrument can be broadly defined as one that uses an effective mapping scheme and overall metaphor to convey the feeling of the musician to the audience.”

<sup>15</sup> “In acoustic musical instruments the sound generation device is inseparable from the human control device (...). However, in the case of electronic musical instruments (where the interaction - or input - device is independent of the sound synthesis device) there is no implicit mapping of one to the other”.

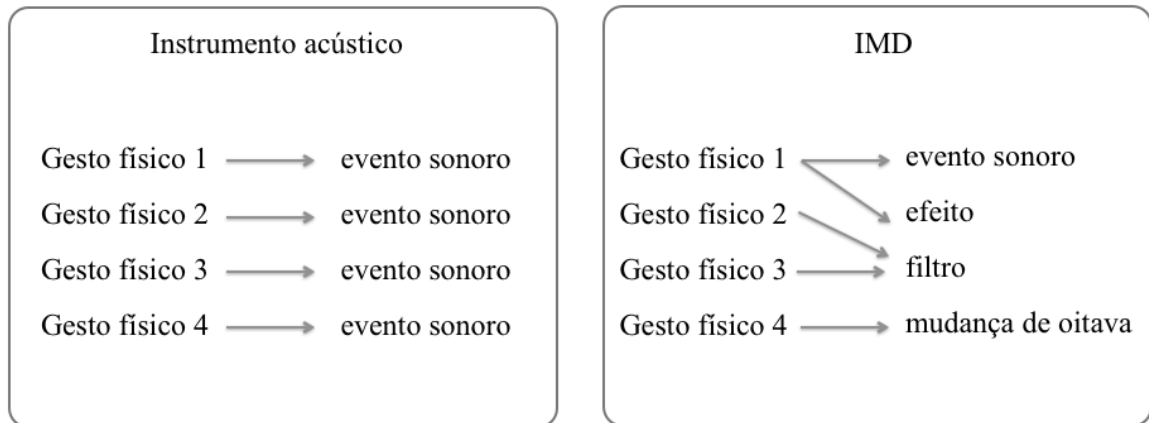


Figura 8 - Exemplo comparativo de hipotéticos mapeamentos em um instrumento acústico e em um IMD

A partir dessa colocação de Hunt, é possível apontar duas implicações: (1) em um IMD, qualquer ação humana pode ser direcionada a qualquer tipo de geração ou processamento sonoros, várias ações podem conduzir a um só evento, ou ainda, uma só ação pode desencadear diversos processos. Tudo isso em função da estruturação lógica de cada IMD, definida sobretudo no estágio de mapeamento. (2) Teoricamente, não há limites nem para os modos de execução de cada instrumento (em função da variedade de dispositivos de entrada), nem para o tipo de som que será gerado, em função da possibilidade do uso de qualquer técnica de síntese e processamento de som.

Considerando estratégias de mapeamento que indicam uma relação explícita entre ação (sobre a interface gestual) e o resultado/controle sonoro, têm-se três situações básicas (Fig. 9): (1) *um-para-um*, quando uma só ação ou controle é direcionado a um parâmetro ou processo da unidade de geração sonora; (2) *divergente*, quando uma só ação é responsável pelo controle de vários parâmetros e/ou processos da geração sonora; (3) *convergente*, no caso em que várias ações são necessárias para ativar/controlar um só parâmetro ou processo da unidade de geração sonora (ROVAN et al, 1997, p. 2). Essa classificação é notadamente didática; em um IMD pode-se utilizar, e frequentemente isto ocorre, mais de uma estratégia em combinações diversas. Esta combinação pode conduzir a uma situação em que se teria várias ações controlando diversos eventos, estratégia que pode ser chamada de “vários para vários” (HUNT et al., 2000, p. 210).



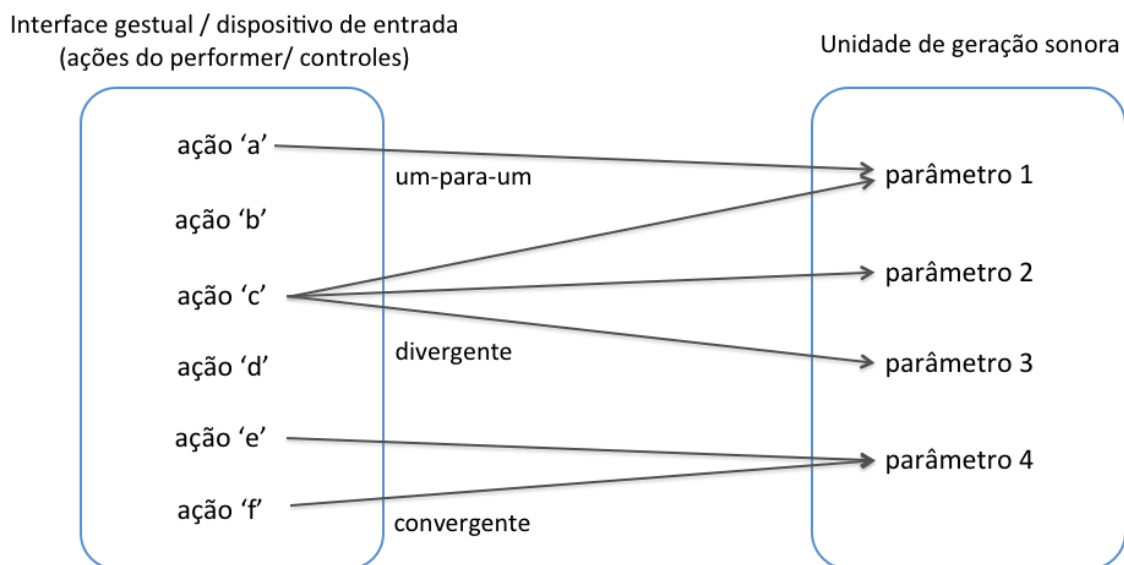


Figura 9 - Estratégias de mapeamento explícito.

Antes de seguir, é preciso fazer uma distinção entre evento sonoro e parâmetro. Um evento sonoro, como entendido aqui, apesar de apresentar certa unidade sônica, é, em geral, um fenômeno complexo e determinado por uma série de parâmetros, como altura, intensidade e duração. Dessa forma, é importante notar que as ações aplicadas sobre instrumentos acústicos também funcionam de modo divergente e convergente. Por exemplo, “O arco do violino de fato controla vários aspectos do som, como timbre, articulação e altura” (JORDÀ, 2005, p. 142), enquanto o parâmetro ‘intensidade’ é controlado pela “velocidade do arco, pressão do arco, escolha da corda e até da posição do dedo” (HUNT e KIRK apud JORDÀ, 2005, p.143).

Alternativas aos mapeamentos explícitos seriam aqueles em que os controles têm relações de interdependência entre si, ou, ainda, mapeamentos gerativos (TRUEMAN, 2010), que se modificam em tempo real durante seu uso, assim como aqueles possibilitados através do sistema programacional Wekinator (FIEBRINK e COOK, 2010).

### 1.1.3 Geração sonora

O terceiro componente de um IMD, segundo o modelo estrutural aqui considerado, é

a unidade de geração sonora do instrumento. Tal unidade inclui normalmente pelo menos um tipo de síntese sonora (aditiva, subtrativa, granular, por modelagem física, entre outras) e recursos de processamento de áudio, como equalização, efeitos (*delay*, *reverb*), controle panorâmico, de envelope sonoro, entre outros.

Além dos recursos básicos de síntese, um IMD pode incluir em sua parte de *software* programações algorítmicas atreladas ao sistema de geração sonora que sejam responsáveis pela organização e execução de estruturas musicais pré-estabelecidas. Nesse sentido, IMDs podem se assemelhar a sistemas musicais interativos (ROWE, 1993, p. 6) (WINKLER, 1998, p. 7), indo além da relação ação do *performer*-nota, incluindo o controle de processos e estruturas musicais pré-compostas fixas, ou ainda, com graus diferentes de flexibilidade e imprevisibilidade, através de algoritmos executados em tempo real.

No início dos anos 1980, com o grande desenvolvimento tecnológico computacional ocorrido, os meios para criar música interativa aumentaram gradativamente até que se desenvolvessem ferramentas computacionais específicas para música interativa em tempo real como o *software* MAX, escrito por Miller Puckette no IRCAM (*Institute de Recherche et Coordination Acoustique / Musique*) em 1986 (WINKLER, 1998, p.16). O recurso do processamento em tempo real causou mudanças de paradigma na composição com computadores, pois permitiu que o compositor utilizasse o computador para performances ao vivo, incluindo a possibilidade de improvisação, já que, mesmo que um programa tenha uma estrutura lógica definida, a quantidade de respostas possíveis (em tempo real) a um dado de entrada recebido pode ser muito grande.

Já na segunda metade da década de 1990 [...] O desenvolvimento de computadores capazes de gerar e controlar sons em tempo real trouxe para o compositor a tarefa de “construir” seus próprios instrumentos. [...] O compositor passou a exercer uma atividade de luteria na medida em que a obra emergia justamente das possibilidades do sistema. (IAZZETTA, 2009, p. 181)

Um IMD pode possuir uma partitura digital interna que se desenvolva ao longo do tempo, de forma fixa, executando e controlando eventos e processamentos sonoros, ou implementações algorítmicas mais ou menos complexas que executem “decisões” em tempo real em resposta a diferentes ações de cada performance, criando situações interativas, onde o

computador “improvisa”. Hoje em dia, uma dessas possibilidades disponíveis ao compositor é a improvisação com processos, “o que significa que processos e algoritmos podem ser descobertos, mudados e rejeitados em tempo real, implicando em uma máquina que é alterada durante seu uso.”<sup>16</sup> (RITSCH, 2006, p.13). O uso de recursos computacionais, como estes, pode prover ambiguidade, incerteza e variabilidade a um instrumento digital (DEAN, 2003, p. xvii). Segundo Jordà, esse aspecto faz com que os IMDs aproximem-se da composição musical, pois “eles podem lidar com tempo, com linhas musicais múltiplas e simultâneas que, de outra forma, não seriam tocáveis de maneira convencional, com forma, eles podem reagir aos *performers* de modos complexos, nem sempre totalmente previsíveis.”<sup>17</sup> (2005, p. 26)

## 1.2 INSTRUMENTOS TRADICIONAIS E INSTRUMENTOS DIGITAIS

Os instrumentos digitais têm algo essencialmente diferente em relação aos tradicionais por uma série de motivos. Um dos autores da classificação Hornbostel-Sachs, por exemplo, ainda na primeira metade do século passado, afirmou: “Os instrumentos elétricos são uma ruptura em relação à tradição do século XIX. Porque dependem das descobertas físicas deste século, eles são com frequência considerados os instrumentos mais característicos de nosso tempo.”<sup>18</sup> (SACHS, 1940, p. 447). Apesar de não ficar claro a respeito de que ruptura Sachs está especificamente se referindo, pode-se pensar na indicação de que esses “instrumentos característicos” assim o são porque têm sua geração sonora total ou parcialmente independente da vibração e ressonância dos materiais dos quais são feitos. Os novos instrumentos digitais têm um potencial de ruptura ainda maior. Segundo Iazzetta (1996, p. 34), o uso do computador promove modificações na linguagem instrumental vigente “à medida que disponibiliza novos processos de composição e interpretação, novos materiais sonoros e novos ambientes de escuta”.

---

<sup>16</sup> “(...) which means that processes and algorithms can be discovered, changed, and rejected in real-time, which represents a machine which is altered during its use.”

<sup>17</sup> “(...) they can deal with tempo, with multiple and otherwise conventionally unplayable concurrent musical lines, with form, they can respond to performers in complex, not always entirely predictable ways”.

<sup>18</sup> “Electric instruments are a departure from nineteenth century tradition. Because they depend on physical discoveries of this century, they are often considered the most characteristic instruments of our time.”

Uma forma de compreender o que há de idiossincrático em relação aos IMDs é compará-los aos instrumentos acústicos, estabelecendo distinções fundamentais entre eles. É interessante frisar que as observações aqui feitas não têm qualquer propósito de estabelecer vantagens ou colocar um ou outro tipo de instrumento em uma posição de superioridade. A intenção aqui é a visualização e entendimento das peculiaridades e possibilidades dos IMDs.

Em primeiro lugar, os instrumentos acústicos fazem parte de uma tradição, ou de tradições, e seu desenvolvimento e transformações vêm acontecendo, na maioria dos casos, ao longo de centenas de anos.

No caso da música feita com computadores, a transformação é quase instantânea e a própria linguagem musical não tem tempo suficiente para gerar uma transição suave onde o tradicional vá gradativamente se fundindo com o novo. (IAZZETTA, 1996, p. 34).

Segundo Jordà, há duas tradições disponíveis aos construtores de instrumentos: uma que é milenar, tão antiga quanto a própria história da música, e a da música computacional, bem mais recente. (JORDÀ, 2001, p. 1). De qualquer forma, em geral, o *design* de IMDs não está atrelado à continuação de uma tradição específica (Lansky, 1990, p. 108); seus usos não são, via de regra, absorvidos pelos agrupamentos orquestrais tradicionais. Mais ainda: é comum que seus usuários sejam muito poucos, em alguns casos, somente um, o próprio criador/compositor. Isso tem relação com o fato de que a criação de IMDs, exatamente por não estar ligada a tradições de famílias de instrumentos, em geral, surge de interesses individuais, isolados, e não da demanda de um grupo ou grupos sociais maiores. Além disso, como novos instrumentos, costumam demandar (e conduzir a) novas formas de escuta e fazer musicais. Isto certamente contribui para que seu uso se mantenha mais restrito e localizado.

Outro ponto de diferenciação é a questão do mapeamento arbitrário, já comentado anteriormente (p. 25). Todos os instrumentos acústicos geram som a partir da sua própria vibração ou de parte de sua estrutura física. As ações do músico de percutir, friccionar, dedilhar, pinçar, esfregar o instrumento, ou parte dele, mantêm uma relação direta de causalidade em relação à produção do som.

A maioria dos instrumentos acústicos consiste em (a) uma fonte excitatória que é capaz de oscilar de diferentes formas sob o controle do intérprete e (b) um sistema ressonante que amplifica as vibrações do oscilador para o ar circundante. Partes do corpo do intérprete geram a energia para a excitação do instrumento, interagindo através da interface de controle do instrumento. <sup>19</sup>(JORDÁ, 2005, p. 20)

O mesmo não ocorre com os instrumentos digitais. Nestes, qualquer ação devidamente traduzida para um conjunto de informações digitais manipuláveis pela máquina pode exercer controle e ocasionar uma enorme variedade de respostas. Em função disso, é possível atrelar qualquer gesto a qualquer tipo de síntese e/ou processamento sonoros em um instrumento digital. Pode-se acoplar, a título de experimentação, diferentes interfaces gestuais a um mesmo módulo de síntese e vice-versa. Essa arbitrariedade se relaciona com o que Emmerson (2007, p. 91) chama de “deslocamento acusmático” de causalidade mecânica, que é caracterizado pela não conexão entre ação e resultado sonoro. As tecnologias de telecomunicação (telefone e rádio) e o recurso da gravação seriam os primeiros modos de realizar esse tipo de deslocamento.

Ao contrário do que ocorre num instrumento convencional, um leve e curto toque num instrumento eletrônico pode gerar um som estonteantemente forte e de duração imprevisível (...) Nos instrumentos acústicos tradicionais, cujo funcionamento é de natureza mecânica, existe uma correlação, inerente ao sistema, entre o gesto de excitação aplicado e o som obtido. (IAZZETTA, 2010, p. 169)

Outro deslocamento acusmático apontado por Emmerson (2007, p. 91), comum em IMDs, é o deslocamento acusmático temporal. Consiste na separação temporal entre ação e resultado sonoro. Esse tipo de deslocamento foi inicialmente possibilitado através das tecnologias de gravação, mas também ocorre quando do uso de recursos de transmissão ou atrasos pré-estabelecidos algorítmicamente. Por exemplo, em um IMD não é obrigatório que a pressão sobre um determinado botão ocasione o disparo de um evento sonoro de forma imediata. É possível construir diferentes estratégias algorítmicas que estabeleçam uma relação

---

<sup>19</sup> “Most acoustic instruments consist of (a) an excitation source that can oscillate in different ways under the control of the performer, and (b) a resonating system that couples the vibrations of the oscillator to the surrounding air. Parts of the performer ‘s body generate the energy for the excitation of the instrument, interacting through the instrument’s control interface”.

causal entre ação humana e resposta não imediata do instrumento. Alguns exemplos: (1) uma ação pode controlar o agendamento temporal de um evento sonoro com um atraso pré-configurado qualquer em milissegundos; (2) uma ação pode controlar o agendamento temporal de um evento sonoro com um atraso pré-configurado em função de um número estabelecido de unidades métricas (como semínimas); e (3) uma ação pode controlar o disparo de um evento sonoro, com a dependência de um segundo evento, ou seja, o controle do primeiro evento dependeria de alguma forma da presença do segundo.

Outra diferença entre instrumentos acústicos e digitais é física, estrutural. Enquanto os primeiros são, em geral, mais inteiriços e/ou unificados, os últimos se configuram como sistemas que integram vários componentes: controladores, geradores de som, computadores, amplificadores e alto-falantes (TARABELLA, 2004, p. 185). De imediato, é possível pensar em duas consequências práticas: um IMD, por essa característica modular, pode ser aprimorado, modificado, atualizado sem que se desfaça todo o instrumento; por outro lado, obviamente, necessita de outros cuidados e verificações para garantir que o sistema esteja conectado e configurado corretamente. Essa questão remete ao posicionamento quanto à necessidade de precaução exposto por Hamm (2003, p.2), que utiliza a expressão “interferência” (*interference*) para fazer referência aos cuidados peculiares e desafios que a performance de *live electronics* e o uso do computador exigem. De qualquer modo, como uma performance está sempre sujeita a uma série de fatores no momento de sua realização, que vão desde as conexões físicas e o funcionamento dos programas até as características acústicas peculiares de cada lugar, a probabilidade do desvio em relação ao programado é considerável. Essa situação de instabilidade pode ser encarada de duas formas: como algo negativo, problemático, ou como um risco calculado, quase esperado. É possível assimilar esse aspecto de fragilidade inerente a esse tipo de situação como mais um fator idiossincrático da performance de *live electronics*. Isso se aproxima da ideia de “estética da falha”, descrita em um artigo escrito por Cascone (2000) como um componente que direciona várias tendências estéticas “pós-digitais”.

Uma questão importante ao se tratar de instrumentos digitais é a da interatividade. Um IMD também pode ser compreendido como um sistema musical interativo, de acordo com a definição de Rowe: “Sistemas computacionais musicais interativos são aqueles que têm

seu comportamento modificado a partir de um dado de entrada musical”<sup>20</sup> (1993, p. 1).

De acordo com Gluck:

A performance de *live electronics* atingiu sua maturidade com a introdução de elementos interativos, que podem ser descritos como um diálogo que influencia mutuamente homem e máquina. A tecnologia responde aos gestos humanos de uma forma que não é previsível ao intérprete, cujos gestos podem ser entendidos, mas não completamente previstos pela tecnologia.<sup>21</sup> (2007).

Ou seja, a relação interativa pode ser entendida como um caminho de mão dupla. O homem age influenciando o comportamento da máquina. Esta responde de maneira não totalmente previsível, o que exige do homem respostas que também não poderiam ser completamente previstas ou estabelecidas previamente. Dobrian esclarece esta questão:

Se um computador, a partir de um algoritmo programado, responde instantaneamente ao som ou aos gestos de um intérprete, isso não é necessariamente um exemplo de música computacional “interativa”. O programa está reagindo à entrada de uma forma pré-determinada. Só pode-se presumir o computador como agindo autonomamente se ele for programado para tomar algumas decisões por si próprio que não forem completamente previstas pelo algoritmo. Isso implica a inclusão de alguns elementos de imprevisibilidade (...) <sup>22</sup> (2004, p. 1)

No entanto, é preciso observar que a implementação de recursos interativos e que permitam qualquer nível de decisão ao computador não é uma tarefa simples, principalmente porque tais mecanismos não são um fim em si mesmos. A princípio, o objetivo de um recurso interativo seria o aumento da expressividade, da riqueza de respostas e do funcionamento de um sistema que, em última instância, serve a propósitos estéticos. De qualquer modo é

---

<sup>20</sup> “Interactive computer music systems are those whose behavior changes in response to musical input.”

<sup>21</sup> “Live electronic performance entered its maturity with the introduction of interactive elements, which may be described as mutually influential dialog between a human being and a machine. The technology responds to human performance gestures in a manner that is not completely predictable to the performer, whose gestures can be understood, but not completely predicted by the technology.”

<sup>22</sup> “If a computer responds instantly to the sound or gestures of a live performer based on a programmed algorithm, this is not necessarily an example of “interactive” computer music. The program is reacting to its input in a pre-determined way. The computer can only be purported to be acting autonomously if it is programmed to make some decisions of its own that are not fully predicted by the algorithm. This implies inclusion of some elements of unpredictability [...]”

interessante visualizar o instrumento digital inserido em um contexto sistemático, dinâmico. Neste sistema o homem age a partir de seu *background* e de suas capacidades perceptiva e cognitiva e controla/interage com a máquina, recebendo uma cadeia de *feedbacks* que, por sua vez, o fazem levar a performance adiante (Fig. 10).

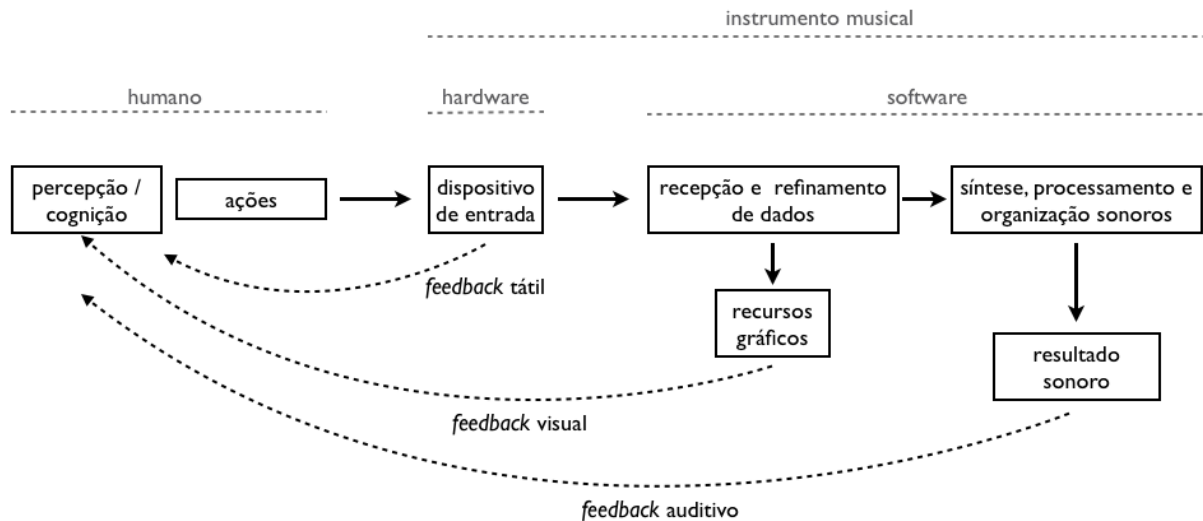


Figura 10 - Interação homem e máquina, visão sistemática adaptada do diagrama de Bongers (2000).

Diante do exposto até aqui, fica patente que as atividades de um *luthier* digital diferem em parte das de um construtor de instrumentos tradicionais acústicos. Em primeiro lugar, tem-se a separação entre gesto físico e resultado sonoro, o que leva à possibilidade de atrelamentos arbitrários entre os dois. Para tanto, são utilizados diferentes estratégias de mapeamento - combinando mapeamentos um-para-um, convergente e divergente - e recursos não só de geração sonora, mas também de organização musical no tempo e interatividade homem/máquina. Outro ponto-chave é o fato de que novos IMDs quase sempre não possuem linguagens idiomáticas comuns a instrumentos já conhecidos e de uso difundido. Ou seja, a luteria digital se desconecta quase completamente da necessidade de continuação de tradições de escrita e técnicas instrumentais. É como se, a cada IMD, o *luthier* digital elaborasse um pequeno novo sistema musical com suas regras peculiares.

[...] a capacidade de imbuir construções com pontos de vista quase arbitrários é algo bastante novo. Um construtor de instrumentos não mais precisa ser necessariamente dependente do estado de evolução



do ambiente musical para determinar a próxima etapa<sup>23</sup>. (Lansky, 1990, p. 108).

Há aí, portanto, uma diferenciação em relação a propósitos. Uma parte considerável da criação de novos instrumentos digitais, nos dias de hoje, não visa a absorção de seus produtos por um grande mercado ou, pode-se dizer, pela tradição orquestral ocidental. Essa produção é mais direcionada a empreitadas investigativas, experimentais e projetos composicionais específicos.

---

<sup>23</sup> (...) *the ability to imbue constructions with almost arbitrary points of view is quite new. An instrument builder is no longer necessarily dependent on the evolutionary state of the musical climate to determine the next step.*

## 2 PARALELO: INSTRUMENTO DIGITAL/OBRA-PROCESSO

Este capítulo busca deixar claro o paralelo proposto, do instrumento digital como composição musical em si, trazendo à tona brevemente os conceitos de obra aberta e obra processo e propondo divisões das etapas de trabalho da criação e uso de IMDs e sua relação com a necessidade de escolhas composicionais.

### 2.1 OBRA ABERTA E OBRA-PROCESSO

O conceito de obra aberta foi introduzido por Umberto Eco em livro homônimo e se propõe a discutir modos não tradicionais de compreensão e produção artísticas (literatura, música etc.) no século XX, sobretudo as práticas experimentais da década de 1960. De modo geral, segundo Eco, uma obra aberta apresenta algumas características peculiares, tais como: ambiguidade intencional; estruturação não completamente definida; espaço para reinterpretação; completude a cada performance/fruição de acordo com a leitura de cada intérprete/fruidor e é passível de reconhecimento apesar de sua possível ambiguidade e mutabilidade.

A noção de ambiguidade da obra de arte, para Eco, relaciona-se à multiplicidade de significados simultâneos em um único significante (2008, p. 22). “Essa condição é característica de toda obra de arte [...] tal ambigüidade se torna – nas poéticas contemporâneas – uma das finalidades explícitas da obra, um valor a realizar de preferência a outros [...]” (Id. Ibid.). Para Eco, essa necessidade explícita em direção ao ambíguo está também relacionada a “ideais de informalidade, desordem, casualidade, indeterminação dos resultados [...]” (Id. Ibid.) Em função disso, surge uma dialética importante entre “forma” e “abertura”, em que se estabelece um jogo de forças a respeito dos limites estruturais e de abertura em uma obra, de modo que a ambiguidade prevaleça, mas, ainda assim, a obra seja reconhecida. Ou seja, há sempre algo que permanece, uma estrutura, um percurso, e algo que varia, que se modifica a cada execução/fruição da obra.

Em sua teorização, Eco utiliza a palavra “estrutura” como sinônimo de forma. Nesse contexto, ele afirma sobre “forma aberta”:

[...] as novas formas musicais [...] não consistem numa mensagem acabada e definida, numa forma univocamente organizada, mas sim numa possibilidade de várias organizações confiadas à iniciativa do intérprete, apresentando-se, portanto, não como obras concluídas, que pedem para ser revividas e compreendidas numa direção estrutural dada, mas como obras “abertas”, que serão finalizadas pelo intérprete no momento em que as fruir esteticamente. (Ibid. p. 39)

Uma implicação direta desse conceito, e um ponto central no texto de Eco, é a dissolução do conceito romântico, grandioso de obra: a obra-prima que é concebida por uma só pessoa, o compositor, engrandecido e mistificado que oferece um fruto de seu intelecto e sensibilidade às “pessoas comuns”. Em uma estrutura aberta, o compositor, propositadamente, abre mão da posição de criador único, que tem total controle sobre sua obra e que, no caso da música, determina todos os detalhes possíveis, diretrizes e parâmetros musicais através da partitura. Intérpretes e ouvintes passam a ter uma maior parcela de participação no resultado final de uma obra aberta em função, respectivamente, das possibilidades latentes da performance e da ambiguidade/novidade do conteúdo. Desse modo, uma poética musical aberta se aproxima da ideia de sugestão; os espaços livres para reinterpretação estimulam a introdução cada vez maior do “mundo pessoal do intérprete” nas obras (ECO, 2008, p. 46).

Essa cadeia de reinterpretações conduz a uma realidade de reconfigurações de papéis. De imediato, é fácil apontar o intérprete como compositor, ao “completar” a obra com suas escolhas de performance; o público sendo direcionado a uma outra escuta, que necessita ativamente se ater e reinterpretar novos conteúdos; e o compositor assumindo um papel de público ao se deparar com sua obra reconfigurada através das escolhas de outro.

A música do século passado, notadamente a partir da segunda metade, apresenta vários exemplos musicais que podem ser entendidos sob a ótica poética da obra aberta. A conhecida peça *In C* do compositor americano Terry Riley, por exemplo, apresenta uma organização congruente com a ideia de obra aberta. *In C* possui alguns elementos bem definidos, outros menos, enquanto, em relação a alguns aspectos, não há definição alguma.

Vejamos: a partitura de In C possui uma série de fragmentos/padrões musicais (fig. 11), notados de maneira tradicional, e uma série de diretrizes de performance que estabelecem como os fragmentos devem ser executados.



Figura 11 - Trecho da partitura de In C de Terry Riley

Não cabe aqui fazer uma explicação completa da proposta de Riley, porém é interessante destacar exemplos de limites e aberturas na peça. (1) Limites bem definidos: os fragmentos escritos são elementos determinados, todos têm que ser tocados e na ordem em que aparecem na partitura, deve haver um pulso geral para todos os músicos. (2) Limites não tão bem definidos: o pulso pode ser escolhido pelos participantes, é possível transpor os fragmentos por oitava ou utilizar o recurso de aumentação rítmica, cada padrão deve ser repetido por um determinado número de vezes à escolha de cada músico. (3) Aberturas: a peça pode ser executada por qualquer número ou espécie de instrumentos, não existe restrição quanto à repetição de cada fragmento, apesar do pulso constante não há fórmula de compasso vigente e cada músico pode escolher livremente os pontos de entrada de cada fragmento. (RILEY, 1989, p. 1-3)

De forma semelhante, uma obra aberta, com sua ambiguidade intencional de conteúdo, estabelece uma relação peculiar com o público. Parte desse conteúdo é familiar ou possui certa sintaxe conhecida, o que estabelece direcionamentos mais ou menos definidos à escuta. Por outro lado, parte do conteúdo sendo nova, sintática e materialmente mais nebulosa, exige uma postura de busca por entendimento e ressignificação por parte de quem escuta.

O uso de estruturas abertas exige do seu criador esse cuidado na dosagem dos

aspectos de “ordem” e “desordem”. Eco sugere um caminho criativo possível, o da “desordem dominada”, e comenta,

Entre a proposição de uma pluralidade de mundos formais e a proposição do caos indiferenciado, desprovido de qualquer possibilidade de fruição estética, a distância é curta: somente uma dialética pendular pode salvar o compositor de obras abertas. (ECO, 2008, p. 129)

E nessa dialética pendular, de algum modo, “Para conseguir se comunicar com seu público o artista precisa trabalhar dentro de um domínio convencionado comum”.<sup>24</sup> (BERNARDES, 2008, p. 13)

O escritor César Aira, tratando do fazer artístico do século XX, propõe uma espécie de complemento à ideia de Eco. Aira acredita não haver mais sentido em insistir na feitura de obras a partir de modelos tradicionais, pois elas se encontrariam esgotadas, sem possibilidades de gerar novidade. Aira sugere, então, que o principal papel de um autor na realidade contemporânea seria elaborar novos modelos, novos processos para criação de obras. Ou seja, um autor se dedicaria, principalmente, à elaboração e divulgação de novos processos criativos. A isso ele nomeia “obra-processo”. O mérito do artista seria propor novas formas de estruturar o material artístico, novos processos. Em vez de um reproduzidor de formas tradicionais, ele seria um multiplicador de processos, alimentando o universo artístico com mais “caminhos” para a construção de obras de arte. E mais: as eventuais obras geradas a partir das obras-processo seriam entendidas como “obras-apêndice” (AIRA, 1998).

---

<sup>24</sup> “*In order to be able to communicate with his audience the artist must work inside a shared convention domain*”.

## 2.2 INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS COMO OBRAS-PROCESSO

O ponto de partida para o estabelecimento de um paralelo didático entre o *design* de IMDs e a composição de uma peça musical está na necessidade de delimitações musicais em função do, anteriormente comentado, vasto universo de possibilidades disponíveis. Um *luthier* digital necessita fazer muitas escolhas, e essas escolhas podem ser entendidas didaticamente como composicionais. Para citar de modo resumido, a criação de um instrumento digital demanda escolhas quanto a timbre, gestualidade, articulação sonora, interação, organizações temporal e espacial, e, possivelmente, organização formal. É em função de tal complexidade que o paralelo é proposto. A reunião de escolhas referentes aos aspectos citados anteriormente podem caracterizar um processo ou um conjunto de processos. E entende-se, neste texto, o termo *processo* como algo que guia a construção de uma obra, caracterizando-a esteticamente (QUARANTA, 2003, p. 68). A compreensão e o planejamento de um IMD como obra-processo permitem não só a visualização de sua estrutura, seus detalhes e etapas, como também do produto final, com seus possíveis objetivos práticos e estéticos mais ou menos definidos.

Dessa forma, o que se propõe é uma compreensão didática e intencional dos IMDs como obras, mais especificamente obras-processo, em função dessa demanda por escolhas diversas referentes a timbre, forma, articulação, estrutura frasal, textura (homofônica, polifônica), dinâmica, entre outras, que podem ser compreendidas como escolhas composicionais. Cabe a um *luthier* digital a definição do material sonoro a ser explorado, conjunto de ações possíveis pelo *performer*, processamentos de áudio disponíveis, estruturas musicais pré-definidas na programação, recursos de interatividade, disponibilidade de controle de parâmetros antes e durante cada performance. Desse modo, cada IMD traz em sua própria estrutura uma série de definições, limites musicais que podem ser estabelecidos e que resultam em um produto estético musical característico. É a partir dessa necessidade de definições que é traçado um paralelo em relação à poética aberta de Eco, em que, na estruturação de uma obra, alguns elementos podem ser bem definidos e outros permitem uma abertura interpretativa que suscita lacunas a serem preenchidas de modos diversos a cada performance. Cada IMD, pela peculiaridade de suas características sonoras e de articulação, pode ser compreendido como um modelo, algo que reúne diretrizes, caracterizando um

processo, uma obra-processo, enquanto cada conjunto de escolhas dentro de uma performance, totalmente improvisada ou não, concretizaria-se como uma obra derivada, uma obra-apêndice.

No entanto, é oportuno observar que a ideia de que o desenvolvimento de novos instrumentos pode, de alguma forma, assemelhar-se à feitura de uma composição em si ou estar imbuído de uma postura composicional não é recente ou incomum. A busca de compositores por desenvolver suas próprias ferramentas eletrônico-computacionais para uso em obras específicas, por exemplo, ocorre desde a década de 1960. A seguinte colocação de Iazzetta (2009) corrobora tal ideia:

O trabalho experimental de associação entre gestos musicais e instrumentos eletrônicos fez com que o compositor fosse obrigado a investigar, ele mesmo, o funcionamento e as conexões entre esses elementos. Mesmo porque, muitas vezes, *o trabalho de composição se confunde com o trabalho de criação dos instrumentos que serão usados na composição*. (2009, p. 209)

O compositor Gordon Mumma declara:

Minhas decisões sobre procedimentos, circuitos e configurações eletrônicas são fortemente influenciadas pelas exigências da minha profissão de criador de música. É por isso que considero que o meu planejamento e construção de circuitos é realmente ‘composição’<sup>25</sup> (apud NYMAN, 2008, p 91).

Perry Cook (2001, p. 1), por exemplo, ressalta como um dos princípios norteadores na criação de IMDs a compreensão de cada um deles como uma peça musical específica e não como um instrumento ou um controlador. Segunda essa visão os instrumentos digitais teriam um uso muito específico e, certamente, pouca possibilidade de usos mais difundidos. Wanderley, Schnell e Rován (1998) introduzem a ideia de *composed instruments* (instrumentos compostos), instrumentos eletrônicos que possuem seus dispositivos de controle gestual separados daqueles que produzem o som e que têm um estágio abstrato que

---

<sup>25</sup> “My decisions about electronic procedures, circuitry, and configurations are strongly influenced by the requirements of my profession of a music maker. That’s why I consider that my designing and building circuits is really ‘composing’”.

os interliga – o mapeamento. Ainda segundo Wanderley, Schnell e Rován (1998), os instrumentos compostos teriam usualmente duas camadas de mapeamento distintas, que, por sua vez, seriam conectadas por um conjunto de configurações modificáveis por um usuário. Schnell e Battier (2002, p. 3) definem *composed instruments* como aqueles que possibilitam um ambiente de interação durante a performance situado entre dois extremos, a saber: (1) o *performer* é responsável somente por apertar um botão que executa uma peça completa pré-composta e (2) cabe ao *performer* o controle de cada pequeno evento sonoro de modo semelhante à execução de um violino.

Lansky, por sua vez, acredita que o desenvolvimento de instrumentos, atualmente, em função da visão característica e composicional de cada construtor, tornou-se um modo de composição musical. “Tocar o instrumento do outro se torna uma forma de tocar a composição do outro.”<sup>26</sup> (LANSKY, 1990, p. 108) Ele ainda vai além e afirma que sistemas musicais, como os instrumentos digitais, constituiriam um modo de ouvir, executar e compor através da mente do outro. (Id. Ibid.)

Esse pensamento de Lansky remete ao componente de sugestão da poética aberta, em que a obra sugere também espaços subjetivos onde intérpretes, público e até o próprio compositor pode transitar livremente, ressignificando suas posturas e papéis diante de uma determinada obra.

Indo além, em função da relação entre IMD e composição, novos intercâmbios se estabelecem entre “material, composição, instrumento, som, estrutura, intérprete e compositor”. Essa relação é dinâmica e de duas vias: as limitações de recursos do instrumento determinam as decisões composicionais e estas acabam por caracterizar o instrumento (TONDER, 2004, p. 4). Isso aponta para a questão da redefinição de papéis, alvo e consequência, de poéticas abertas, nas quais a obra necessita ser realizada, completada, de forma descentralizada, com a ajuda de vários atores com múltiplos papéis. Consequentemente, sugere uma visão menos romântica, unívoca e constante de obra de arte.

---

<sup>26</sup> “*Playing someone else's instruments becomes a form of playing someone else's composition.*”



## 2.3 LUTERIA DIGITAL: ESCOLHAS, TRABALHO COMPOSICIONAL

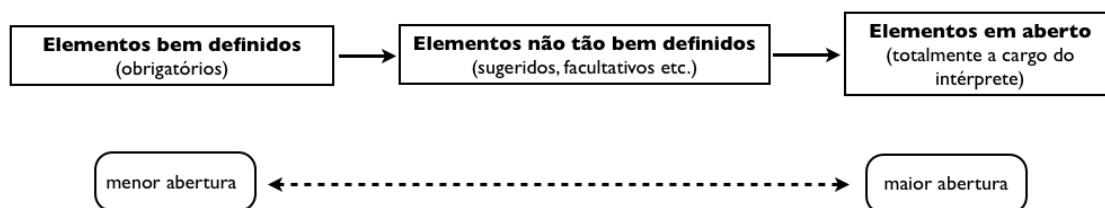
A partir dos conceitos, brevemente abordados neste capítulo, de obra aberta, obra-processo, obra apêndice e do paralelo didático do instrumento como obra, propõe-se um panorama do processo de criação de instrumentos digitais, considerando uma hipotética e simplificada “estrutura aberta” utilizada na criação dos instrumentos M.M.S, WiiMA e Zin, que serão descritos no capítulo seguinte. Para tanto, foi feita uma tentativa de divisão do trabalho de composição de IMDs em etapas, princípios importantes, estratégias de criação e recursos a explorar.

O trabalho de desenvolvimento de um IMD inclui um grande número de escolhas e se estende desde o *design* de interação até a performance em si. Ou seja, a tarefa de um *luthier* digital se inicia no desenvolvimento do instrumento em si e se completa na(s) performance(s). Para que o paralelo entre instrumento digital e composição/obra-processo se torne mais claro, será apresentado um paralelo entre uma hipotética “estrutura aberta” e os elementos e ações que perpassam a criação e uso de um IMD. Tal estrutura se refere ao “jogo”, mencionado no primeiro item deste capítulo, entre limites e abertura de uma obra; se refere à presença de (1) elementos bem definidos, (2) não tão bem definidos e (3) em aberto.

Tendo isto em mente, para melhor visualizar as diferentes etapas do trabalho de criação e uso de um IMD, propõe-se como recurso didático uma abordagem através dos, aqui chamados, *níveis de realização*. São três os níveis de realização propostos: (1) *nível das leis*, no qual são definidos *design* de interação, recursos de síntese sonora e mapeamento; (2) *nível das regras*, que engloba escolhas do intérprete referentes a recursos secundários e parâmetros extras de síntese sonora, uso de automação de parâmetros (partitura interna ao *software*) e uso de roteiros, partituras físicas elaboradas para uma performance em específico; e (3) *nível das estratégias*, que inclui as escolhas interpretativas e de improviso da performance em si. Mais adiante, serão dados exemplos dessa divisão em três níveis de realização.

É importante notar que há uma gradação de abertura do primeiro ao terceiro nível, sendo o primeiro o mais fechado, fixo, e o último o mais aberto dos três. Por exemplo, uma escolha referente ao *design* de interação, que envolve a definição da parte física do instrumento, não é tão facilmente modificável quanto os movimentos gestuais de um intérprete durante a performance. A figura a seguir resume o paralelo proposto:

### Obra Aberta (“estrutura”)



### IMD (níveis de realização)

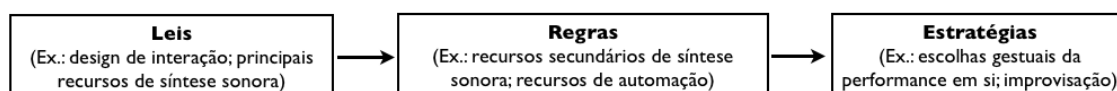


Figura 12 - Paralelo entre a “estrutura” aberta e os três níveis de realização de um IMD.

A criação de um instrumento digital assim como a de uma composição é baseada em escolhas que vão determinar características tímbricas, texturais, gestuais e formais. Cook (2001) afirma que as escolhas iniciais de *design* de um instrumento têm grande influência na música que é produzida por ele. Portanto, é fundamental que se considere e se defina um universo finito de possibilidades desde o princípio. Mesmo que essas escolhas sejam revistas ao longo do trabalho, é importante limitar as possibilidades e ter objetivos minimamente definidos. Segundo Iazzetta (1996, p. 36), “Edgar Varèse (1883-1965) [...] no início da década de 60, já no fim de sua vida, reconhece que as tecnologias eletroacústicas e o computador eram difíceis de manipular e não consistiam ainda um meio artístico plenamente satisfatório”. Certamente ainda há diversas dificuldades no uso de tecnologias digitais para a feitura de música. E uma dessas dificuldades surge justamente em função das inúmeras possibilidades de combinações entre *hardware* e implementações algorítmicas. Esse excesso de programabilidade pode conduzir a trabalhos pouco profícuos ou excessivamente demorados. É bastante comum o desperdício de tempo e energia em baterias de testes, experimentações e ajustes quase intermináveis, principalmente na ausência de objetivos claros (COOK, 2001).

Em uma discussão sobre aparatos tecnológicos e composição eletroacústica, Chion (2001, p. 49) rejeita a busca e a idealização de uma super máquina musical, capaz de dar conta de todas as necessidades de um compositor. Segundo ele, tal máquina seria um subterfúgio destinado a compositores que não possuem uma clara concepção de seu projeto artístico. É exatamente o que se busca evitar aqui. As escolhas de *design* do instrumento precisam estar calcadas em algum projeto estético musical. Mesmo porque uma das principais

fontes de interesse em um IMD são suas características musicais específicas, restritas. Nesse sentido, Arfib (2004) propõe uma postura composicional interessante, “do som ao gesto”, que privilegia uma preocupação estética definida anterior ao trabalho de planejamento tecnológico. Segundo o raciocínio “do som ao gesto”, o criador de instrumentos primeiramente idealiza os resultados sonoros para depois buscar desenvolver os meios para obtê-los (Id. Ibid).

No que se refere à criação musical, de modo geral, um trabalho de composição exige que seu executor lide não só com a organização de eventos sonoros no tempo, mas também com estratégias para possibilitar variedade, contraste, movimento e direcionamento à música. Desse modo, o trabalho pode se dar na manipulação das alturas, durações, timbres dos eventos sonoros; no arranjo temporal que vai estabelecer configurações rítmicas, sequencialidade ou simultaneidade de eventos; no controle da densidade textural; no arranjo formal etc. Quando o trabalho de criação musical é desenvolvido em um ambiente computacional, cada um desses aspectos citados anteriormente precisa ser abordado através de uma lógica paramétrica. Afinal, a princípio, um computador não é capaz de executar ações complexas a partir de instruções musicais gerais como as utilizadas na notação musical tradicional. Para tanto seria preciso uma programação bastante complexa e um sistema de reconhecimento de imagens, por exemplo. Usualmente, cada evento sonoro, por mais simples que seja, exige uma série de definições paramétricas para ser definido de modo computacional. Considere, por exemplo, o pequeno fragmento musical a seguir, apresentado de duas formas diferentes, através de uma programação em Pure Data (as elipses e textos em azul são anotações que não fazem parte da programação) e através de notação musical tradicional:

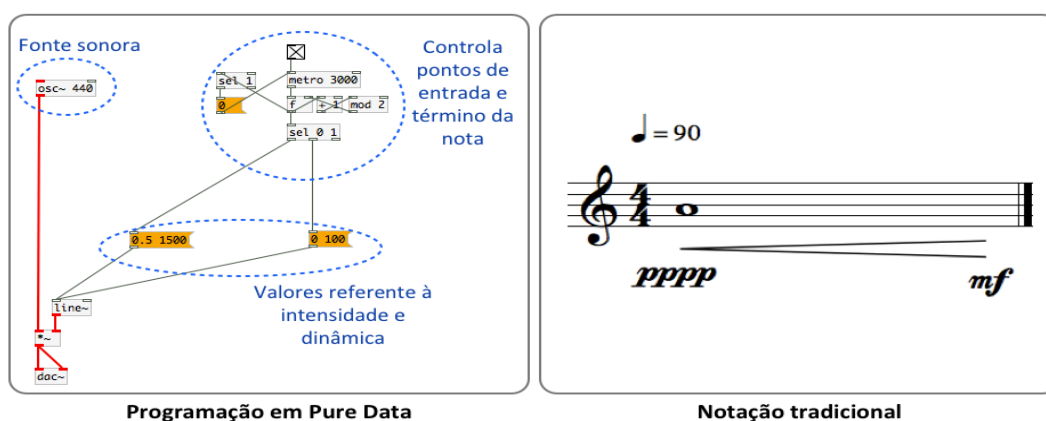


Figura 13 - Mesmo fragmento musical em programação de Pd e notado de maneira tradicional.

A emergência de um pensamento paramétrico em música tem sido de fundamental importância para sistemas de composição baseados em computadores. O pensamento paramétrico em geral é uma consequência natural da crescente tendência da nossa época em direção a sistematizações orientadas ao computador e isso é altamente inspirado pela Cibernética<sup>27</sup>. (WIENER apud MIRANDA, 2004, p. 12).

É preciso pensar parametricamente e, de alguma forma, definir quais conjuntos de parâmetros vão servir como unidades formadoras do instrumento. Essa definição tem seu alicerce na lembrança de que um instrumento digital precisa ter recursos potenciais, de modo que um intérprete possa usá-lo de maneira profícua na construção de um discurso musical. Ou seja, para que haja a possibilidades de se fazer arranjos articulados de eventos sonoros, ao longo de uma determinada porção temporal. Esses recursos potenciais precisam ser, de alguma forma, previstos, escolhidos e desenvolvidos pelo idealizador do instrumento. “A extensão dos atributos disponíveis em um sistema musical é um aspecto importante a considerar em uma composição porque isso contribui para o tipo de desdobramento que se deseja conceder à peça”<sup>28</sup>. (MIRANDA, 2004, p. 13)

Para nortear este trabalho inicial de definição de parâmetros, propõe-se uma divisão e sequência didáticas dos recursos a definir em um instrumento digital:

- Síntese sonora principal;
- Possibilidades de “manejo” do material sonoro bruto;
- Recursos extras de síntese e processamentos;
- Parâmetros de síntese a serem controlados durante a performance;
- Parâmetros editáveis antes da performance;
- Recursos gerativos, de automação, partitura interna etc.;
- Gestos de controle / *design* de interação / interface gestual;

---

<sup>27</sup> “The emergence of parametrical thinking in music has been of paramount importance for the development of computer-based composition systems. Parametrical thinking in general is a natural consequence of the increasing trend towards computer-oriented systematizations of our time and it is highly inspired by Cybernetics.”

<sup>28</sup> “The range of attributes available in a musical system is an important aspect to consider in a composition because it contributes to the type of unfolding one wishes to imprint onto the piece”.

- Recursos de *feedback*.

Certamente esta ordem em que estão dispostos os recursos acima constitui somente uma estratégia didática para facilitar a abordagem do processo de criação e não deve ser entendida, de forma alguma, como imperativa. Inclusive pelo fato de que, muitas vezes, os processos de criação não se dão de forma totalmente sequencial. É comum pensar e lidar com vários aspectos simultaneamente.

A *síntese sonora principal* é, sem dúvida, um aspecto basilar em um IMD. Ao definir o uso de determinado tipo de síntese, como aditiva, subtrativa, por modulação de frequência (FM), por modelagem física, distorção de fase, sons pré-gravados ou captados e processados em tempo real etc., define-se em grande parte o direcionamento estético sonoro do instrumento e um determinado universo de parâmetros que poderão ser usados. Por exemplo, se um instrumento utiliza síntese FM, minimamente terá os seguintes parâmetros disponíveis: frequência portadora, frequência moduladora e índice de modulação (MIRANDA, 2002, p. 24).

Qualquer que seja o processo de síntese escolhido é necessário definir as *possibilidades de manejo do material sonoro bruto*. Manejo aqui é usado no sentido do controle de dinâmica, duração, altura, envelope sonoro, polifonia, mudança de timbre ao longo do tempo, disposição espacial etc. Ou seja, a partir de um material sonoro inicial, imaginam-se modos de comportamento, movimento e articulação desse material. Uma vez que se tem alguma ideia de como esses sons deverão se comportar, é possível pensar de forma mais definida em relação a que tipo de gestos físicos serão usados no controle do instrumento, que parâmetros da síntese serão possivelmente controlados em tempo real e que recursos sensores poderão vir a ser usados na interface gestual.

Para enriquecer o material sonoro do instrumento, pode-se pensar em recursos extras de síntese. Estes podem ser, por exemplo, parâmetros extras e variações da síntese principal, ou implementações simples de outros tipos de síntese. Pode-se considerar também o uso de processamentos, como filtros e efeitos para permitir variação do material sonoro original. Tais processamentos podem ser tanto controlados em tempo real quanto definidos pelo usuário antes da performance através de uma interface gráfica no computador. Pode haver uma estratégia de distribuição de parâmetros, em que parte pode ser controlada em tempo real e parte na preparação da performance.

Outro recursos ainda podem ser delineados: os potencialmente capazes da execução de processos musicais sem que o *performer* necessite controlá-los completamente em tempo real. Estes são aqui chamados de recursos gerativos e de automação. Os recursos gerativos se referem à implementação de procedimentos de composição algorítmica (MIRANDA, 2004; NIERHAUS, 2009) integrados, de algum modo, ao sistema de síntese. Os recursos de automação correspondem a estratégias de controle de parâmetros de forma automatizada ao longo de uma determinada porção temporal.

Até este ponto, têm-se elencadas decisões sobre timbre (síntese principal), articulação (manejo e recursos extras de síntese), processamentos e elaborações musicais temporalmente mais longos (recursos gerativos, automação). Uma forma de nortear a escolha dos grupos de parâmetros relativos a cada um desses aspectos é através da formação de hierarquias. Nesse sentido, são interessantes algumas construções teóricas apresentadas por Miranda (2004) em seu livro *Composing music with computers*.

A noção de que composições musicais carregam estruturas abstratas implica a noção de limites de abstração. A definição de limites de abstração é de importância fundamental para compositores que trabalham com computadores porque determina os blocos construtores ou componentes que formam as estruturas musicais de uma composição.”<sup>29</sup> (2004, p. 2 )

Miranda aponta três níveis de limites de abstração (Fig. 14): (1) *microscópico* (*microscopic level*), no qual o compositor trabalha “(...) com recursos microscópicos como frequências e amplitudes das parciais individuais do som (...)”<sup>30</sup>; (2) *da nota* (*note level*), que abrange pequenas unidades musicais, eventos sonoros individuais que podem ser descritos por uma série de atributos; (3) *do bloco construtor* (*building-block level*), que lida com “(...) unidades musicais maiores que duram alguns segundos, como padrões rítmicos, temas

---

<sup>29</sup> “The notion that musical compositions carry abstract structures implies the notion of abstraction boundaries. The definition of abstraction boundaries is of primary importance for composers working with computers because it determines the building blocks, or components, that form the musical structures of a composition.”

<sup>30</sup> “(...) with microscopic sound features, such as frequencies and amplitudes of the individual partials of the sounds (...)”.

melódicos e sequências sonoras pré-gravadas.”<sup>31</sup> (2004, p. 2 e 3). Como, nesta pesquisa, a noção de nota<sup>32</sup>, enquanto entidade musical isolada de altura definida, “[...] gesto básico da música instrumental tradicional [...]” (SMALLEY, 1997, p.113) e / ou signo escrito, é pouco relevante, o *nível da nota* será chamado aqui de *nível do evento sonoro*.

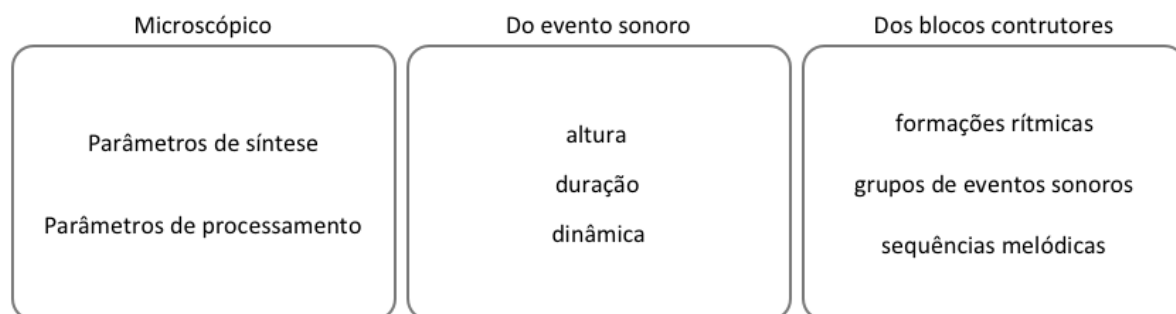


Figura 14 - Três níveis de limites de abstração (MIRANDA, 2004, p. 2-3)

Além desses três limites de abstração, Miranda aponta quatro domínios temporais levantados pelo compositor Richard Orton. São eles: (1) *do timbre (domain of timbre)*, (2) *da frequência (domain of frequency)*, (3) *do pulso (domain of pulse)* e (4) *da forma (domain of form)*. Este último foi assim chamado por Miranda. Orton cunhou, inicialmente, o termo *domínio da memória (domain of memory)* (MIRANDA, 2004, p. 4-8).

O *luthier* digital precisa elaborar formas de desenvolver as características sonoro-musicais em cada um desses limites abstratos do som. Como o nível microscópico tem uma ligação maior com o timbre, pode-se pensar em parâmetros tais como frequência fundamental e parciais, parâmetros mais elementares do som. No nível do evento sonoro, podem ser considerados, por exemplo, parâmetros relativos a duração, altura e intensidade (relativos a eventos sonoros perceptivelmente distintos). No nível dos blocos construtores, é possível pensar em como viabilizar a articulação entre eventos sonoros, a formação de estruturas musicais com maior duração temporal, agrupamentos de eventos sonoros distintos, formações rítmicas, frases etc. Na música tradicional, existem diversos estilos de fraseado, normalmente baseados em grupos mantidos por uma lógica da respiração humana. Na música

<sup>31</sup> “(...) larger musical units lasting several seconds, such as rhythmic patterns, melodic themes and sampled sound sequences.”

<sup>32</sup> “Notas. Os signos com os quais se escreve música na partitura. No uso britânico o termo também significa o som indicado pela nota.” (APEL, 1974, p. 581). “Notes. The signs with which music is written on a staff. In British usage the term also means the sound indicated by a note [...]”

eletroacústica, as estruturas frasais não são assim condicionadas e podem ser organizar de maneira diferente (SMALLEY, 1997, p. 113).

Vale a pena fazer uma ressalva. A demasiada concentração nos dois primeiros níveis, em detrimento do terceiro, pode ocasionar uma debilidade para a capacidade geral de articulação e construção formal do instrumento.

De modo geral, em qualquer limite abstrato que seja, é importante a busca constante por maneiras de criar contraste e variação do material sonoro. Talvez aí resida grande parte dos esforços para imbuir um IMD de uma lógica composicional característica.

A partir da definição do sistema de síntese e de que parâmetros serão destinados a um controle em tempo real, pode-se determinar que tipo de gestos físicos podem ser mais adequados para tal controle. Uma vez que se têm os possíveis gestos em mente, é necessário pensar como se dará o *design* de interação, cujo principal aspecto são os componentes sensores da interface gestual.

[...] é importante decidir que gestos humanos são apropriados para a aplicação e determinar que sensor é mais adequado para medir tal gesto. Antes de determinar que entradas computacionais usar, nós precisamos determinar que informações humanas são apropriadas.<sup>33</sup> (PUTNAM e KNAPP, 1996, p. 2).

Ou seja, Putnam e Knapp sugerem que a melhor estratégia na escolha de um dispositivo de entrada deve passar primeiramente pela definição de quais gestos serão utilizados para controlar que parâmetros. É importante notar que estes autores não estão se referindo à música especificamente, mas a aplicações computacionais de modo geral. Já Ferreira-Lopes (et al., 2005) sugere a possibilidade de duas trajetórias criativas básicas em relação ao uso da tecnologia e à criação de novos instrumentos, uma *endógena* e outra *exógena*. Na primeira, parte-se da ideia musical em direção às implementações tecnológicas necessárias para sua realização; na segunda trajetória, o caminho é inverso - as soluções criativas e construções musicais são elaboradas em função ou a partir de recursos já existentes.

---

<sup>33</sup> “[...] it is important to decide what gestures by the human are appropriate for the application and determine what sensor is optimal in measuring that gesture. Before determining what computer inputs to use we must determine what human outputs are appropriate”.



Além de recursos mais simples como chaves (botões, interruptores etc.) e potenciômetros comuns (rotativos e deslizantes) (Fig. 15), há uma infinidade de sensores (Fig. 16) disponíveis e que podem ser utilizados na construção de uma interface. Sensores são dispositivos que convertem diversas formas de energia presentes no mundo físico em eletricidade (BONGERS, 2000). Há sensores capazes de detectar e converter, por exemplo, pressão, luz, temperatura, magnetismo, eletromagnetismo, umidade, entre outros. Também podem-se usar informações sonoras, através de microfones, e visuais, captadas por câmera, como dados de controle.

O conjunto de sensores acoplados às camadas de síntese através do mapeamento vão determinar certa característica gestual, de manipulação, de articulação dos sons em um instrumento. E, uma vez que o gesto caracteriza um princípio formador que se estende no tempo e se movimenta em direção a outros elementos, dentro de uma estrutura maior (SMALLEY, 1997, p.113), essa característica gestual do instrumento pode conferir um sentido de movimento e direção à música com ele produzida.



Figura 15- Exemplos de chaves e potenciômetros.

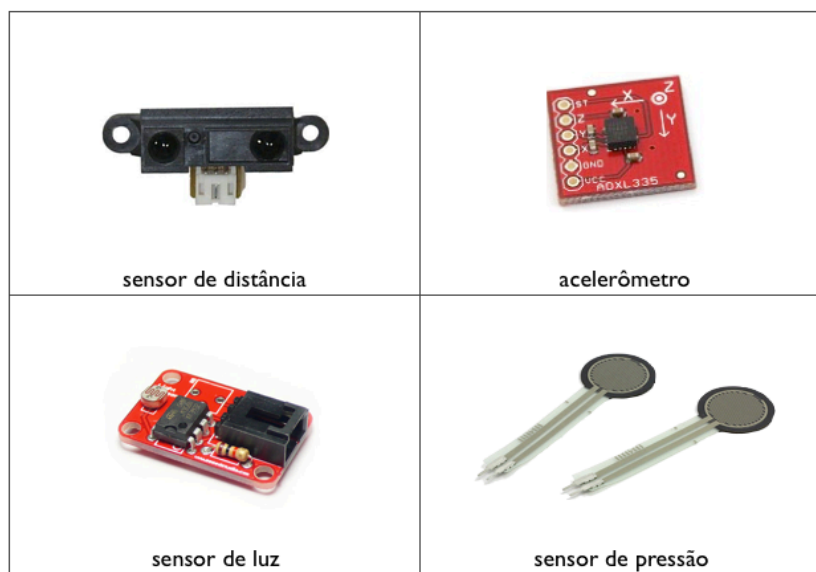


Figura 16 - Exemplos de dispositivos sensores diversos.

Os recursos de *feedback* (BONGERS, 2000; CADOZ et al., 2003; HOWARD et al., 2003; STEINER, 2004; SINCLAIR, 2007; SINCLAIR e WANDERLEY, 2007) dizem respeito a tudo que um intérprete recebe sensorialmente como resposta a sua atuação sobre o instrumento. A coerência entre ação e percepção é o ponto central do *feedback* (ARFIB et al. 2005, p. 5). Dentre os sentidos envolvidos nesse processo, certamente o auditivo é o mais básico e fundamental deles. Quando uma pessoa toca um instrumento, ela, em geral, ouve o resultado sonoro como confirmação de suas ações sobre o dispositivos de entrada. (Id. Ibid.). Mas o ser humano é capaz de receber e processar um grande número de outras informações como pressão, temperatura, posicionamento corporal, imagem. A implementação de recursos visuais que permitam *feedback* em um IMD é relativamente simples, uma vez que há várias possibilidades de se integrar programações de cunho musical a programações visuais que sirvam como uma extensão da interface com o usuário.

O *feedback* visual tem a vantagem da discriminação espacial que ajuda o usuário a dispor de muita informação simultaneamente. A visão pode ser usada em um nível informativo para ajudar o intérprete, exibindo os valores de alguns parâmetros, mas também como parte da interação com o instrumento, como nas interfaces gráficas do usuário<sup>34</sup>. (ARFIB et al. 2005, p. 6)

<sup>34</sup> “The visual feedback has the advantage of spatial discrimination that helps the user to dispose of much information simultaneously. The sight can be used in an informative level to help the performer, as for displaying the values of some parameters, but can also be part of the interaction with the instrument, like with graphical user interfaces.”

Grosso modo, pode-se dizer que há dois grupos de *feedback* tátil: o passivo, que é proporcionado pelas características físicas do próprio dispositivo de entrada, e o ativo como *force feedback* (ARFIB et al. 2005, p. 6). O *feedback* tátil passivo ocorre inevitavelmente, desde que o controle da interface gestual se dê através de contato físico direto. No entanto, a implementação de recursos de *feedback* tátil ativo pode ser mais complicada. Jordà acredita que a utilização de mapeamentos em duas vias, permitindo a implementação de *feedback* tátil, pode ser uma das maneiras de alargar e enriquecer a comunicação entre músico e instrumento (JORDÁ, 2001, p. 210). Este recurso ainda é pouco implementado, mas pode contribuir bastante para a melhoria na criação de novos instrumentos (TRUEMAN, 2010). Por proporcionar uma sensação maior de acoplamento entre interface gestual e geração sonora, *feedback* tátil pode vir a aumentar a velocidade de aprendizado e o apuro técnico instrumental.

Durante todo o processo de escolha de recursos, é interessante ter em mente o paralelo do instrumento digital como obra-processo e os três níveis de realização (Fig. 17).

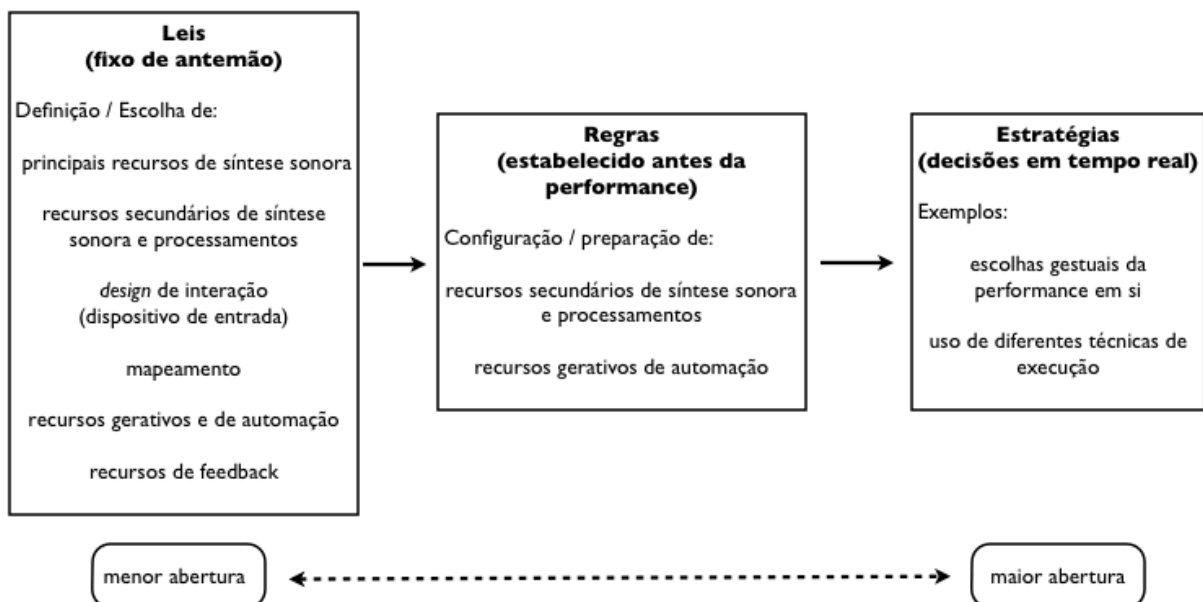


Figura 17 - Os três níveis de realização e exemplos de ações ligadas a cada um deles.

Somente o primeiro nível de realização, das leis, se refere diretamente ao *luthier* e às suas atividades de desenvolvimento do instrumento em si. No entanto, cabe ao criador

lembrar constantemente que tudo o que o intérprete realizará nos outros dois níveis depende de suas escolhas de *design*. E elas, as escolhas, devem funcionar de tal forma que o jogo entre *limite* e *abertura* satisfaça o projeto de criar um instrumento interessante, reconhecível, com características sonoras peculiares e ainda assim deixar espaço para que o intérprete crie. O nível das regras caracteriza uma forma de preparação da performance. O nível das estratégias é a própria performance, em que o intérprete busca construir um discurso pessoal próprio a partir da mediação (instrumento) do *luthier*.

Essas delimitações estabelecidas pelos níveis de realização podem incluir também os *espaços interno* e *externo* de Chion (2001, p. 50-52), que são conceitos referentes à música eletroacústica fixada em suporte. A ideia de espaço que dá suporte a esses conceitos se refere ao posicionamento dos sons em três dimensões e à sensação de lugar que cada som parece ocupar. De modo resumido, *espaço interno* se refere ao trabalho de colocação, disposição dos sons pelo compositor no estúdio, enquanto *espaço externo* é aquele criado durante o concerto através das características da sala, do sistema de amplificação e difusão e dos controles de espacialização (Id. Ibid.). No caso dos instrumentos digitais, o compositor pode estabelecer diretrizes, previsões de um espaço interno do instrumento-obra. O espaço interno em um IMD é marcado em sua estrutura física e de programação e só se concretiza durante a performance em si, junto ao espaço externo estabelecido pelo intérprete. Como se espaço interno e externo viessem à tona ao mesmo tempo, entrelaçados e indissociáveis.

Em resumo, pode-se dizer que a abordagem para a criação de IMDs proposta nesta pesquisa valoriza duas posturas de criação musical diferentes: uma formal e outra experimental. O formalismo está presente na necessidade de planejamento prévio do instrumento, que inclui tentativas de vislumbre de resultados musicais mais ou menos específicos. Este planejamento requer uma estratégia de criação “de cima para baixo” (*top-down*), em função de uma série de decisões feitas de antemão quanto a tipo de síntese, processamentos, interação e recursos de organização musical, entre outros. A postura experimental se relaciona com a performance em si, que demanda uma abordagem “de baixo para cima”, pois, mesmo partindo do universo finito de possibilidades do instrumento, o intérprete ainda precisa construir passo a passo um percurso sonoro / musical no tempo sem necessariamente ter uma estrutura maior que ancore a performance.

No capítulo seguinte, são apresentados de forma descritiva os instrumentos desenvolvidos ao longo da pesquisa. A própria descrição estrutural de cada um exibe o que há de limite, de fixo (primeiro nível de realização); e, em cada um dos sub-itens “Limites / Abertura”, há uma lista de considerações acerca das possibilidades de performance (níveis de realização dois e três) que cada instrumento oferece.

### 3 ALGUNS INSTRUMENTOS

Neste capítulo são apresentados cinco exemplos de instrumentos digitais diferentes. O item 4.1 traz os dois primeiros, *Seven Eyes / Angry Sparrow* de Chikashi Miyama e *Stickmusic* de Hans Steiner. Estes instrumentos foram escolhidos como exemplos por uma série de motivos: pela semelhança entre seus dispositivos de entrada e os utilizados nos IMDs desenvolvidos durante esta pesquisa; pelo uso da mesma linguagem para implementação da parte de software, Pure Data (Pd)<sup>35</sup>; e pela disponibilidade de ambos os compositores que concordaram em ceder seus *patches* para análise e se mostraram sempre abertos para esclarecer questões.

Os três seguintes, apresentados no item 4.2, foram desenvolvidos por mim durante este trabalho de pesquisa.

Todos os cinco instrumentos são apresentados de forma descritiva, na tentativa de expor brevemente suas estruturas e modos de funcionamento. Quando necessárias, foram feitas observações complementares acerca de aspectos composicionais e de performance e sobre suas relações com os conceitos de obra aberta, obra-processo e obra-apêndice apresentados no capítulo anterior.

#### 3.1 EXEMPLOS DE INSTRUMENTOS MUSICAIS DIGITAIS

##### 3.1.1 *Seven Eyes / Angry Sparrow*

Antes de iniciar a descrição deste IMD, é importante esclarecer que *Seven Eyes*, segundo os parâmetros considerados nesta pesquisa, é uma interface gestual enquanto *Angry Sparrow* é uma peça desenvolvida especificamente para ela. Sendo assim, o IMD considerado aqui para a análise é a combinação dos dois, *Seven Eyes* como interface gestual e *Angry Sparrow* como implementação de estratégia de mapeamento, geração e processamento sonoros. Essa separação intencional faz parte da poética do criador do conjunto *Seven Eyes /*

---

<sup>35</sup> Pd é um ambiente de programação, escrito pelo matemático americano Miller Puckette, onde é possível desenvolver aplicações para processamento, em tempo real, de áudio, imagens, vídeos e gráficos em três dimensões.

*Angry Sparrow*, o compositor e *performer* japonês Chikashi Miyama, que tem preferência por isolar os processos de composição e *design* de interfaces (2010). Para ser mais específico, Miyama considera *Seven Eyes* separadamente como um instrumento por si só. Tal posicionamento é bastante particular e foge do comumente aceito na literatura específica que concorda que um instrumento necessita de uma unidade de geração sonora para ser considerado como tal. De todo modo, seu posicionamento não deve interferir na descrição aqui realizada. Outra característica da poética de Miyama é considerar os elementos físicos e visuais de uma performance tão importantes quanto o resultado sonoro. Ou seja, sua preocupação com as ações, gestos geradores do som, são tão grandes quanto com o próprio som produzido. Assim, a construção da música de Miyama busca distância da ideia de música acusmática, Miyama pretende restabelecer um senso de referencialidade através da performance ao vivo, como também indicam outros trabalhos seus, *Tuba ohne tube* (2006), *Keo* (2007) e *Black Vox* (2010).

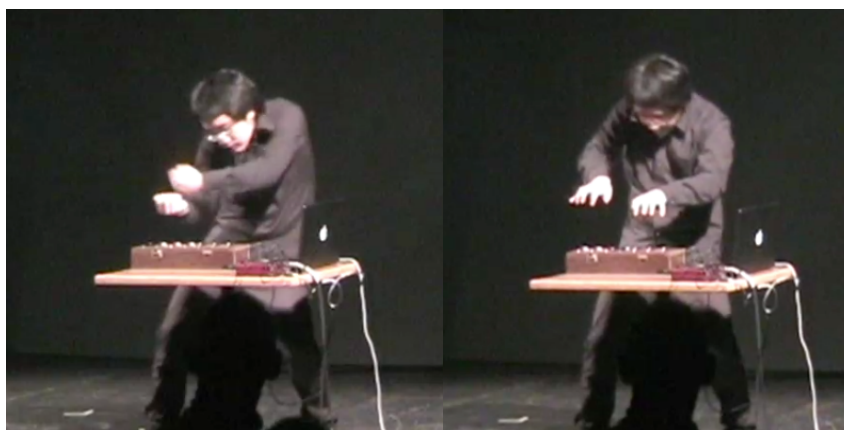


Figura 18 – Chikashi Miyama interpretando *Angry Sparrow*. (vide Anexo)

### 3.1.1.1 Hardware

*Seven Eyes* é uma interface composta por um conjunto de sete sensores infravermelhos, que são capazes de medir a distância entre as mãos do *performer* e a sua superfície, montados em uma caixa de madeira. Os sensores são conectados a um micro-controlador interno à caixa que converte as voltagens de saída para séries de valores digitais que são direcionadas a um computador.



Figura 19 – Interface *Seven Eyes*.

### 3.1.1.2 *Software*

O principal recurso de geração sonora desenvolvido para Angry Sparrow é uma implementação relativamente simples de síntese por modulação de fase. Além da síntese, há uma implementação de automação que funciona como uma “partitura interna” que altera uma série de parâmetros ao longo do tempo durante a performance e busca estabelecer uma estrutura formal à obra. Para tanto, Miyama construiu uma linha temporal, referente ao sistema de automação, subdividida em doze partes, cada uma com suas características peculiares de resposta sonora e com nomes específico que fazem referência ao respectivos resultados sonoros. Os parâmetros modificados pela partitura interna mudam constante e gradualmente entre um trecho e outro. A implementação dessa partitura virtual se dá através de uma série de tabelas<sup>36</sup> que pareiam valores dois a dois: a primeira variável (eixo x) corresponde ao tempo de performance e a segunda (eixo y) corresponde ao valor atribuído de um dado parâmetro (Fig. 20). Ou seja, através dessas tabelas é que Miyama estabelece a evolução pré-ordenada dos vários parâmetros ao longo do tempo.

<sup>36</sup> Neste caso, as tabelas são tipos específicos de objeto disponível no ambiente de programação *Pure Data*.



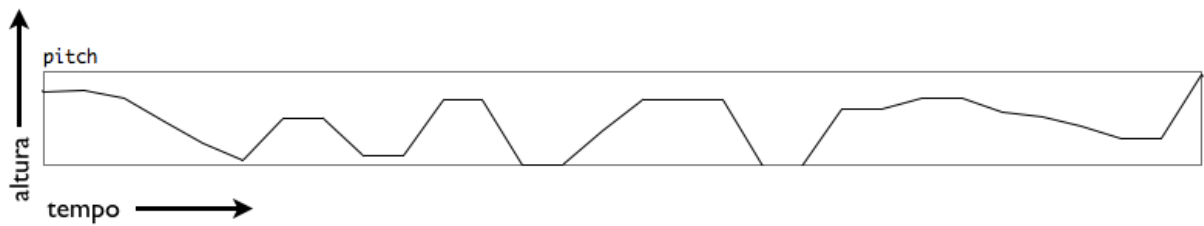


Figura 20 – Exemplo de tabela-partitura usada no *patch* de Angry Sparrow.

A interface gráfica do *patch* de Angry Sparrow é bastante simples e funcional (Fig. 21). Há elementos de controle para conectar o micro-controlador ao Pure Data, para iniciar e parar a linha do tempo (que modifica os parâmetros) e controles para modificar cada parâmetro individualmente. Dentre os elementos de *feedback*, o maior é um retângulo onde são exibidos os nomes de cada trecho. Logo abaixo há uma representação animada da linha do tempo. Ainda há representações gráficas dos níveis de entrada de controle de cada sensor infravermelho.

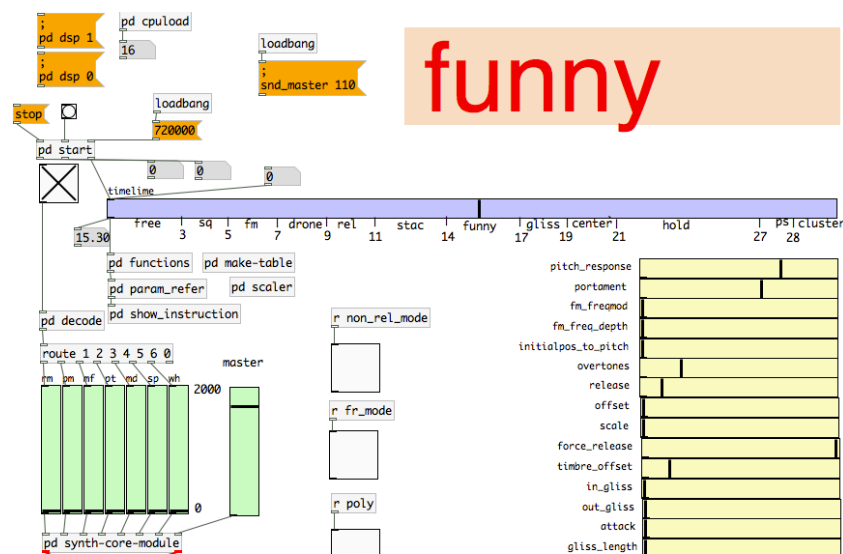


Figura 21 – Interface gráfica do *patch* de Angry Sparrow.

### 3.1.1.3 Mapeamento

O mapeamento de Angry Sparrow também é relativamente simples, mas possui um fator interessante. Os controles provenientes dos sensores infravermelhos são direcionados de modo explícito para um conjunto fixo de parâmetros. No entanto, este mapeamento é parcialmente modificado no decorrer da peça. Isso se dá porque os parâmetros manipulados ao longo do tempo pelas “tabelas-partitura” não lidam com processos extras, separados do núcleo de síntese principal. Eles modificam, sim, a maneira como cada sensor infravermelho responde aos seus respectivos parâmetros fixos.

### 3.1.1.4 Considerações

*Seven Eyes / Angry Sparrow* é um instrumento interessante pelo fato de permitir o controle do sistema sem que haja contato físico com a interface gestual e pela agilidade das respostas sonoras em relação aos gestos do intérprete. O sistema de automação é bastante funcional, eficiente e de fácil configuração. Talvez o aspecto mais característico seja a atuação desse sistema de automação, pois suas mudanças modificam a forma como os sensores respondem ao gestos, ou seja, mudam o próprio mapeamento do instrumento.

A partir de uma gravação de vídeo (vide Anexo) disponibilizada por Miyama na Internet, é possível afirmar que o resultado sonoro do instrumento, no entanto, soa homogêneo demais diante dos recursos de *hardware* e *software* disponíveis. Outra ressalva: é difícil perceber construção formal ou direcionamento musical. Diante do instrumento e do exemplo de performance disponível, tem-se a impressão de que o intérprete talvez tenha um foco maior na construção de uma rica apresentação gestual e, de certa forma, deixa em segundo plano possibilidades latentes de articulações sonoras do instrumento.

### 3.1.2 Stickmusic

Stickmusic é um instrumento digital criado por Hans-Cristoph Steiner com o

objetivo inicial de explorar recursos de *feedback* tátil associados a algoritmos de síntese sonora digital que não possuem uma resposta análoga no mundo físico (STEINER, 2004). O instrumento surgiu a partir da ideia de combinar síntese sonora digital e controle intuitivo em tempo real semelhante ao dos instrumentos tradicionais, de modo que a música por ele criada seguisse as inspirações musicais do autor e parecesse fluida e natural (STEINER, 2010).

#### 3.1.2.1 *Hardware*

A interface gestual do *Stickmusic* é formada pela combinação de um *joystick* do tipo manche, modelo ‘Saitek Force’, e um *mouse*, modelo iFeel da Logitech. O *joystick* possui alguns recursos de *feedback* como vibração e fricção. O *mouse* é capaz de gerar pulsos que, dependendo da frequência, podem ser percebidos como eventos individuais, uma sequência de pulsos e até uma vibração audível (STEINER, 2004).

#### 3.1.2.2 *Software*

A síntese sonora de *Stickmusic* é realizada através do recurso de *phase vocoding* a partir de amostras de áudio digital carregadas na programação. É possível controlar em tempo real a posição absoluta de leitura da amostra de áudio digital, a intensidade de reverberação, panorama, amplitude e altura.

O sistema oferece uma série de recursos de *feedback* provenientes do *joystick* e do *mouse*. O primeiro tem uma força aplicada ao manche que o direciona constantemente ao canto inferior esquerdo. Além disso, uma frequência fixa é produzida nos dois dispositivos de acordo com a velocidade com que o mouse é movimentado no eixo X. Pulsos são gerados para marcar a passagem de altura a cada oitava. Um pulso marca a passagem da oitava mais grave pra segunda, cinco pulsos marcam a passagem para a oitava mais alta de todas. Caso o mouse saia do alcance de altura disponível, uma vibração em alta frequência é emitida até que o dispositivo retorne (STEINER, 2004).

Não há qualquer recurso de *feedback* visual, uma vez que o criador de *Stickmusic* tinha a intenção de criar um instrumento cuja performance não dependesse de contato visual algum com a tela do computador.

### 3.1.2.3 Mapeamento

O mapeamento de Stickmusic é inicialmente definido pela ideia de criar movimentos de controle semelhantes aos de um instrumento tradicional de corda. A mão esquerda, que controla o *mouse*, realiza gestos mais largos, enquanto a mão direita gestos mais contidos.

A estratégia de mapeamento é do tipo um-para-um. A velocidade do eixo X no *joystick* é direcionada ao controle da posição absoluta de leitura da amostra de áudio utilizada no processo de *phase vocoding*. O eixo Y do manche controla a profundidade da reverberação. A velocidade de movimentação do eixo X do *mouse* controla a amplitude e o eixo Y controla altura (Fig. 22).

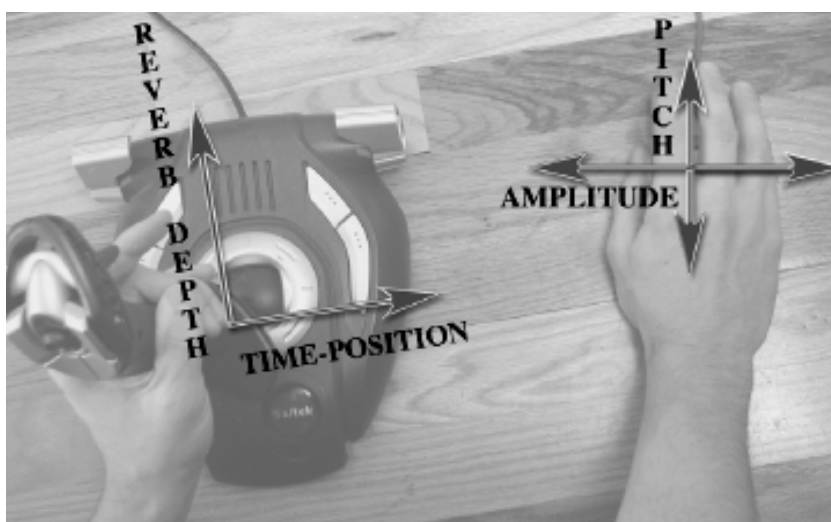


Figura 22 – Mapeamento básico de Stickmusic.

### 3.1.2.4 Considerações

*Stickmusic* apresenta possibilidades interessantes tanto pela expressividade sonora quanto pela implementação de recursos de *feedback* tátil. O uso da síntese por *phase vocoding* é interessante porque permite o controle sobre um material sonoro contínuo, mas que se modifica no tempo. E o controle dessa modificação está disponível ao intérprete.

No entanto, o instrumento parece necessitar de recursos acessórios de síntese e que permitam outros modos de articulação dos sons. Talvez fosse possível implementar novos recursos controláveis através dos diversos botões do *joystick*.



Figura 23 – Steiner tocando o Stickmusic.

### 3.2 INSTRUMENTOS DESENVOLVIDOS PARA A PESQUISA

Este item apresenta e descreve três instrumentos desenvolvidos durante a pesquisa, pensados como propostas de obras-abertas (instrumentos que sugerem um processo, um caminho composicional) e desenvolvidos após a realização de um planejamento, que considerou aspectos estruturais e estético-musicais, relacionando-os aos três níveis de realização previamente mencionados (leis, regras e estratégias).

São eles, M.M.S., WiiMA e Zin. Cada instrumento é descrito a partir dos seguintes aspectos: (1) *hardware*, (2) *software*, (3) mapeamento, (4) ‘limites’/abertura, e, após tais seções descritivas, há uma quinta voltada a considerações gerais e breves análise de obras-apêndice realizadas com cada instrumento.

Os três instrumentos foram criados, a princípio, para situações de performance solo

com ênfase em improvisação ao vivo. Ou seja, cada um destes IMDs foi elaborado para fazer uso da possibilidade de performance em tempo real que os sistemas computacionais atuais permitem, com um mínimo de recursos expressivos característicos que permitissem o desenvolvimento de um discurso musical mais ou menos complexo.

No entanto, nada impede que sejam utilizados em combinação com outros instrumentos, tradicionais ou não. Também não foram pensados sistemas específicos de notação para os instrumentos. A respeito do referencial estético geral, os três instrumentos apresentados neste capítulo foram desenvolvidos para performance de música eletroacústica. Ou seja, de algum modo, estes instrumentos estão inseridos em uma tradição que se permite fazer uso musical de qualquer som, sem se limitar a modelos sonoros instrumentais ou vocais (SMALLEY, 1997, p. 107). Sendo assim, estes IMDs não possuem controles específicos para execução de alturas definidas e formação de acordes, não possibilitam um controle rítmico voltado a execução de ritmos de dança. Estes IMDs concentram-se na exploração e manipulação de sons com o intuito de produzir uma música que seja formada tanto a partir de texturas, materiais sonoros mais estendidos no tempo caracterizados por sua movimentação espectromorfológica interna, quanto de gestos, unidades sonoras temporalmente mais curtas que possuem certo sentido de direção que conduz a outros eventos sonoros e impulsiona o discurso musical adiante. Outro ponto importante acerca dos objetivos estéticos destes IMDs: todos se utilizam de amostras de áudio em seus processos de geração sonora. Isto não ocorre ao acaso. A ideia por trás de tal escolha é dispor de instrumentos com capacidade de sínteses sonoras que mantenham parte da gestualidade e das características espectromorfológicas dos materiais (amostras) escolhidos. Naturalmente os resultados sonoros dos processos de síntese apresentam diferentes níveis de distanciamento da gestualidade do material sonoro original. Como nas substituições gestuais de primeira, segunda, terceira ordem e substituição remota (*first-order, second-order, third, remote gestural surrogacy*), teorizadas desse modo por Smalley (1997, p. 112), das quais a música eletroacústica, de modo geral, se utiliza.

É importante observar que os instrumentos M.M.S. e WiiMA são semelhantes entre si. Na realidade, o WiiMA é uma continuação do M.M.S., possui uma unidade de geração sonora muito semelhante, mas com um dispositivo de entrada diferente. O M.M.S. (Manche manipulador de *samples*) utiliza um controle de jogo do tipo manche como interface gestual e tem seus controles mapeados a uma programação feita em Pure Data (Pd). Após uma série de

testes e usos em situações ao vivo, decidiu-se pelo uso de um dispositivo de entrada que possibilitasse mais flexibilidade e um número maior de controles simultâneos. Desse modo, a nova interface gestual escolhida foi o par de controles de jogo Wii Remote e Nunchuk da Nintendo. A partir desta mudança, o instrumento sofreu algumas modificações na parte de programação, funcionalidades e interface gráfica e passou a ser chamado de WiiMA - ‘Wii’ se refere ao console de jogos, Wii, da Nintendo, e ‘MA’ é um acrônimo para manipulador de amostras. Mais adiante serão apontados e discutidos detalhes a respeito das diferenças entre as duas implementações, assim como das limitações que levaram à remodelagem do M.M.S. em WiiMA.

### 3.2.1 M.M.S.

O instrumento é formado por uma parte física, um *joystick* do tipo manche, e uma parte de *software* desenvolvida no ambiente de programação Pure Data. O instrumento digital M.M.S. (Manche manipulador de *samples*), como o nome sugere, utiliza amostras de áudio digital como matéria-prima sonora. É importante observar que, aqui, a palavra *sample* se refere a uma amostra de áudio digital e não a um ponto específico de amostragem de um sinal digital (GALLAGHER, 2009, p. 183). A versão atual do programa é capaz de carregar nove amostras sonoras diferentes simultaneamente. A quantidade de amostras foi definida em função do número de botões de mais fácil acesso do *joystick*. Dessa forma, cinco desses *samples* podem ser manipulados através dos eixos x, y e z do *joystick*, enquanto os outros quatro podem ser somente tocados linearmente, sem manipulações quaisquer, eventualmente em *loop*. Tais amostras disponíveis para execução foram pensadas de modo a disponibilizar um controle de acionamento de trechos fixos, pré-compostos, caso sejam necessários à performance. Em resumo, parte das amostras sonoras carregadas no M.M.S. podem ser manipuladas em tempo real, com maior possibilidade de improvisação, e parte está disponível somente para execução de trechos sonoros de duração variada. Definiu-se somente os processamentos de áudio *time stretching* e *pitch shifting* e o controle de posicionamento panorâmico como base da manipulação sonora. Foram escolhidos tais processamentos, pois, somados à possibilidade de acesso sequencial e/ou randômico a qualquer ponto das amostras

sonoras, permitem um extenso controle sobre o material sonoro utilizado, com possibilidades de variações temporais, tímbricas e extensão de altura. A partir da interface de controle gestual escolhida, da fonte de geração e dos processamento sonoros, o trabalho criativo para enriquecer o instrumento concentrou-se nas estratégias de mapeamento, apresentadas mais adiante.

### 3.2.1.1 Hardware

A interface gestual do M.M.S. é um dispositivo HID (*Human Interface Device*) com conexão USB, um *joystick* do tipo manche, desenvolvido, em geral, para jogos eletrônicos de simulação de voo. Há alguns exemplos do uso de *joysticks* desse tipo para aplicações musicais, como o instrumento *Stickmusic* (STEINER, 2004), apresentado anteriormente, e *The Voicer* (KESSOUS, 2004). Também há vários exemplos do uso de outros dispositivos de controle de jogos, como, por exemplo, JamiOki-PureJoy (VIGODA, 2007), DFM Granuloma (ROLAND, MOREIRA e FRITSCH 2009) e Orquestra de Laptops da Universidade de Stanford (Slork). O *joystick* do tipo manche foi escolhido por seu *design* familiar e ergonômico, facilidade de manipulação e pela disponibilidade de um conjunto razoável de controles, a saber: dois eixos simultâneos (x e y) controlados pela mão direita através do manche; um eixo (z) em forma de slide na parte posterior do controle, manipulado pela mão esquerda; cinco botões (*push-buttons*) sem retenção, localizados no manche ao alcance da mão direita; e mais seis botões do mesmo tipo no corpo do *joystick* (Fig. 24). Além disso, assim como outros dispositivos de interface humana, alguns *joysticks* do tipo manche oferecem baixa latência e alta resolução, o que os torna viáveis como controladores para performance musical (STEINER, 2004, p. 11). Após considerar três outros modelos de *joystick*-manche para este projeto, foi escolhido o modelo *Attack 3* da marca Logitech pela resposta precisa de seus controles e por seu *design* totalmente simétrico, o que permite a utilização por *performers* tanto destros como canhotos.



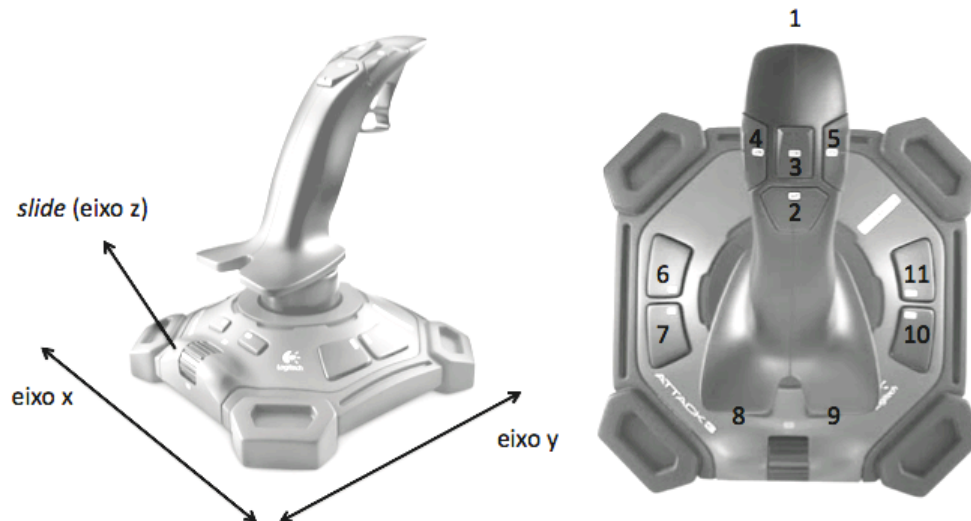


Figura 24: Interface gestual (*Joystick Attack 3*): eixos e botões.

### 3.2.1.2 Software

A programação do M.M.S. foi desenvolvida em Pd e é constituída de nove módulos de som, permitindo o carregamento de até nove diferentes amostras de áudio distintas. Eles estão divididos em dois grupos, A e B. Grupo A: *samples* controláveis, cinco módulos que possuem mais recursos, cujos *samples* podem ser manipulados através do manche do *joystick*. Grupo B: *samples* disparáveis, quatro módulos que funcionam somente como tocadores de amostras sonoras e podem ser acionados e desligados a qualquer momento através de botões específicos.

Com os módulos da categoria A é possível utilizar os processamentos *time stretching*, *pitch shifting*, além do controle panorâmico. As mudanças de altura e tempo dos *samples* podem ocorrer de forma independente, ou seja, é possível alterar a velocidade de leitura de um determinado *sample* mantendo a altura fixa. Tais processamentos são os principais recursos de manipulação do programa.

A saída de áudio do aplicativo pode ser em estéreo (dois canais) ou em até oito pares de estéreo (dezesseis canais individuais). Esta segunda opção pode ser útil para rotear os sinais de diferentes módulos para diversas saídas físicas ou virtuais (para um *software*

multipista, por exemplo), a fim de inserir filtros e efeitos independentes para cada par de saída ou, ainda, destiná-los a até dezesseis alto-falantes distintos.



Figura 25 - Interface gráfica do aplicativo M.M.S.

O aplicativo desenvolvido para o M.M.S. apresenta uma interface gráfica de interação (GUI, *graphical user interface*), acessível através de controles do mouse (apontar, clicar, arrastar) e do teclado do computador. A GUI permite que o usuário/*performer* configure o programa antes da performance, carregando os *samples*, ajustando parâmetros extras de síntese e recursos de automação. Como, a princípio, os *samples* carregados nos módulos do grupo A sofreriam processamentos idênticos de acordo com a manipulação do manche e do slide, algumas opções de ajuste de parâmetros (para cada módulo) estão disponíveis na própria GUI, tais como inversão do comportamento panorâmico, trava do controle de *pitch* e configuração dos tempos de *attack* e *release*. Tais ajustes permitem que cada módulo atue de forma característica, diferenciando-se dos demais e gerando mais diversidade ao material sonoro. Outro papel da GUI é fornecer um *feedback* visual do material sonoro bruto, das configurações realizadas antes da performance e da performance em si, mostrando representações gráficas de cada *sample* a ser manipulado, posição absoluta do ponto de sua leitura, porcentagens de alteração de altura e posicionamento panorâmico.

Junto ao software escrito para o M.M.S., são utilizados dois *patches* extras, cada qual com uma GUI distinta (Fig. 26). Um deles mapeia, endereça e permite a visualização dos controles do *joystick*, enquanto o outro é uma espécie de mesa de som virtual com oito canais que pode ser facilmente controlada através do teclado alfanumérico do computador. Em geral, estas duas GUIs também são utilizadas somente antes da performance em si.

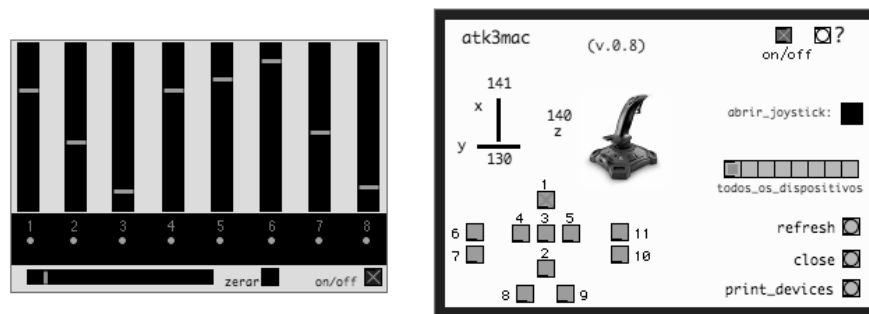


Figura 26 - *Patches* de Pd extras (mesa de som e GUI de controle do *joystick*).

### 3.2.1.3 Mapeamento

O M.M.S. utiliza em seu mapeamento a metáfora “da imersão” (*dipping metaphor*) que consiste em manter processos computacionais constantemente em funcionamento, mas “escondidos” do usuário. Este controla a vinda dos processos “à superfície”. (WESSEL, 2002, p.4). Ou seja, o intérprete não ativa processos em tempo real, no exato instante do seu uso, ele apenas os traz à tona.

Uma vantagem dessa metáfora é que cada evento musical pode ser executado no tempo de forma precisa, apesar da latência ou *jitter*<sup>37</sup> da interface gestual (...). Esse tipo de interface é mais satisfatória quando há vários processos musicais simultâneos de timbres diferentes, permitindo ao intérprete orquestrar o resultado em

<sup>37</sup> Erros na amostragem do áudio digital.

tempo real através da seleção de quais processos serão ouvidos.<sup>38</sup>  
(Ibid, 2002, p.4)

O primeiro parâmetro mapeado foi o de controle panorâmico, atrelado ao eixo x (direita / esquerda) para possibilitar uma manipulação intuitiva. O eixo y foi atrelado à localização de leitura dos *samples*. Ou seja, a posição absoluta inicial (zero) do eixo y “lê” o início de uma amostra de áudio; ao movimentar o manche para frente o arquivo vai sendo lido até atingir seu fim na posição absoluta final (duzentos e cinquenta e cinco). Ou seja, os pontos de leitura das amostras estão diretamente correlacionados às posições do manche (eixo y). Dessa maneira é possível executar a leitura de uma amostra de áudio com quaisquer velocidades, do início ao fim, de modo reverso, a partir de qualquer ponto, de acordo com a manipulação do manche. O eixo z (*slide* na parte posterior do dispositivo) controla as mudanças de altura. Os botões da parte superior do *joystick* (1, 2, 3, 4) fazem soar cada uma uma amostra diferente carregadas nos módulos do grupo A (cinco ao todo). Essas amostras podem ser lidas uma de cada vez ou simultaneamente. As ações executadas sobre os eixos (x, y e z) têm efeito sobre todos os *samples* que estiverem soando.

---

<sup>38</sup> “An advantage of this metaphor is that each musical event can be precisely timed, regardless of the latency or jitter of the gestural interface. (...) This kind of interface is most satisfying when there are multiple simultaneous musical processes of different timbres, allowing the performer to orchestrate the result in real-time by selecting which processes will be heard.”

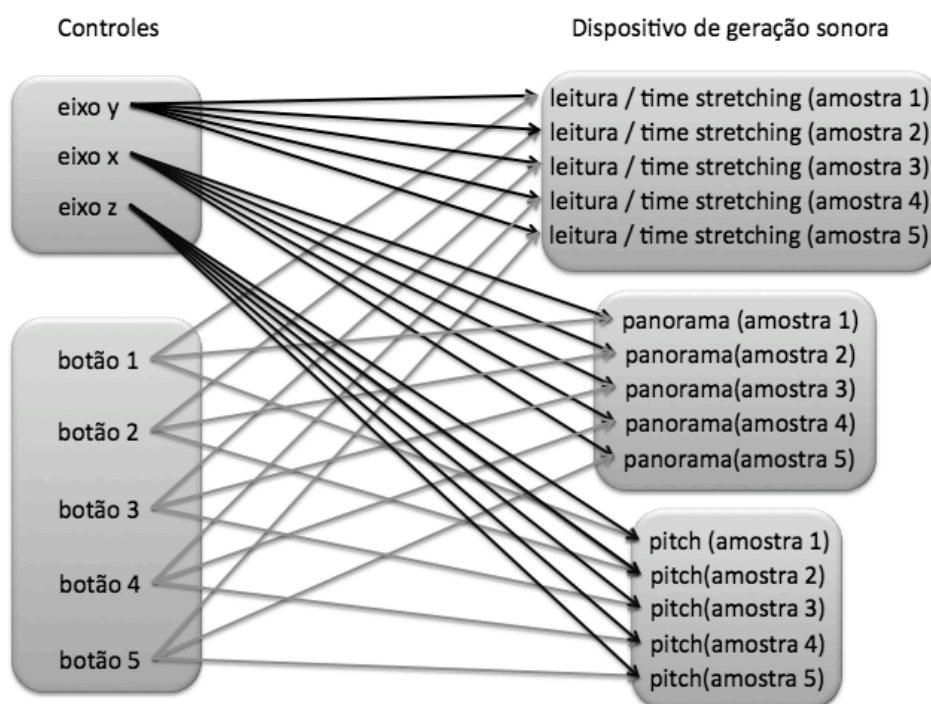


Figura 27 - Mapeamento básico das amostras controláveis (grupo A).

A estratégia de mapeamento do M.M.S. é relativamente simples. Combina mapeamentos do tipo um-para-um e convergentes. Pressionar unicamente o botão 6, por exemplo, somente tem uma consequência de controle: ligar um dos módulos de *samples* disparáveis. Já os botões que ativam os módulos do grupo A (botões de 1 a 5, fig. 1) apresentam um mapeamento convergente, pois é necessária a soma de duas ações para obter um resultado (fig. 27). Quando ocorre a ativação de mais de um módulo (do grupo A) simultaneamente, a estratégia de mapeamento se revela mais complexa. Desse modo, como há uma combinação de diferentes estratégias em um mesmo sistema, pode-se considerar a estratégia geral como do tipo vários-para-vários (Hunt, 2000).

#### 3.2.1.4 Limites / Abertura

Tudo que se refere ao primeiro nível de realização, interface gestual, síntese e recursos extras de processamento, caracteriza limites nessa obra-processo em forma de instrumento. São elementos determinados pelo *luthier* e vão servir de material e

direcionamento para o intérprete.

A performance (obra-apêndice) com o M.M.S. pode ser preparada (segundo nível de realização) através de vários recursos de configuração.

O intérprete pode caracterizar sua performance através da escolha das amostras que serão utilizadas para manipulação em tempo real. Cada um dos cinco módulos pode ser carregado com uma amostra diferente, com características sonoro-musicais quaisquer, para que ele possa dispor de uma paleta sonora característica. Este recurso é fundamental e pode ser determinante na criação de contraste, através do uso de amostras de alturas, texturas, envelopes sonoros e durações diversos, por exemplo. Cada um dos cinco módulos possui também vários recursos para ajudar a caracterizar e diversificar o comportamento e a manipulação de cada amostra a ser utilizada. Com o *reverse pan*, pode-se fazer com que amostras de diferentes módulos tenham comportamentos panorâmicos distintos simultaneamente, criando imagens estéreo resultantes mais ricas e interessantes. Outro recurso, o controle que ativa disparos momentâneos, pode ser útil para criar diferentes camadas sonoras. Por exemplo, se o intérprete ativa um módulo sem o disparo momentâneo, ele soará constantemente, respondendo às modificações exercidas pelos demais controles. Sobre essa camada, poderia-se utilizar outra amostra com o disparo momentâneo habilitado a fim de criar eventos sonoros de menor duração, estabelecendo assim um contraste pela articulação. Também pode-se personalizar cada módulo através da modificação dos tempos de ataque e liberação de cada amostra sonora. Mais um recurso, ainda referente aos módulos de amostras manipuláveis, é possível travar a mudança de altura em determinado nível para que o movimento do *slide* do *joystick* não exerça influência sobre as amostras travadas, assim como é possível aumentar ou diminuir o nível de interferência do *slide* na mudança de altura de cada uma das amostras.

O nível de reverberação também pode ser previamente definido. *Delay* e granulação podem ser ajustados de maneira fixa ou através de um sistema de automação que permite o estabelecimento de diversos marcos temporais nos quais ocorrem mudanças das intensidades de cada efeito em cada módulo separadamente.

Outro recurso para delinear a performance são os módulos *tocadores de amostras*. Com eles, é possível dispor de até quatro trechos pré-compostos que podem ser ativados e desativados a qualquer momento da performance. Há controle panorâmico para cada um deles.

Finalmente, o intérprete ainda dispõe de uma opção que lida com a questão de difusão dos sons no espaço: direcionar os módulos de som do instrumento para uma saída comum estéreo ou para oito pares de estéreo independentes. Tal recurso pode ser usado a fim de direcionar os diferentes produtos sonoros para diferentes saídas de um sistema de difusão, quadrifônico ou octofônico, por exemplo, e/ou para utilizar processamentos e efeitos externos.

No terceiro nível de realização, que corresponde à performance propriamente dita, o intérprete tem a liberdade de executar todos os controles disponíveis na interface gestual como lhe parecer melhor. Não faria sentido aqui listar possibilidades quaisquer de gestos ou sequências de gestos possíveis. No entanto, uma possibilidade em especial merece ser apontada, pois a partir dela é possível vislumbrar um pouco da lógica de articulação dos instrumentos: a simples execução simultânea de diferentes amostras com características de envoltória sonora distintas (Fig. 28) pode gerar relações de articulação interessantes.



Figura 28 - Amostras com características de envoltória distintas.

### 3.2.1.5 Considerações

Assim como planejado, o M.M.S. foi construído de forma a permitir um grande nível de integração entre os gestos físicos e as respectivas respostas sonoras. E, apesar da sua lógica básica de processamento, que utiliza processos de *time stretching* e *pitch shifting*, ele dispõe de uma série de possibilidades de configuração e recursos que podem tornar sua operação relativamente complexa. Essas duas “características” gerais podem ser vistas tanto como positivas como negativas. Por um lado, as possibilidades de operação básicas do

instrumento são bastante intuitivas e, por outro, para ir além das mesmas construções e movimentos musicais, é necessário um trabalho considerável na escolha das amostras e configurações dos recursos extras que a programação oferece.

### 3.2.2 WiiMA

Como foi dito anteriormente, no início deste capítulo, o IMD WiiMA foi desenvolvido a partir do M.M.S. O WiiMA utiliza uma outra interface gestual, um par de controles de jogo do console Wii da Nintendo (Fig. 29), e tem uma série de modificações no seu mapeamento e nos recursos extras de síntese. O que motivou a criação de um novo instrumento, a partir de outro que já vinha sendo desenvolvido há algum tempo, foi a possibilidade de utilizar uma interface gestual que disponibilizasse um número maior de controles e permitisse ao intérprete maior quantidade e maior liberdade de movimentação.

Para evitar descrições desnecessárias e redundantes sobre programação e mapeamento, serão apontadas nesta seção somente as características que distinguem os dois instrumentos.



Figura 29: Interface gestual do WiiMA, respectivamente, *Nunchuk* e *Wii Remote*.



### 3.2.2.1 Hardware

Como foi dito, a interface gestual do WiiMa é a combinação de dois controles de jogo, *nunchuk* e *wii Remote*, feitos para o console Wii fabricado pela Nintendo. Os dois dispositivos foram desenvolvidos para funcionar em conjunto e para serem controlados, cada um, com uma só mão. Por sua grande acessibilidade e protocolo de comunicação comum, os controles do Wii, principalmente o wii remote, têm sido utilizados para diversos fins alternativos. Na música, há inúmeras pesquisas que utilizam o Wii remote em sistemas de composição, improvisação ou como instrumento musical (WONG et al., 2008; ENDO e KUHARA, 2008; BOTT et al., 2009; ROLAND, MOREIRA e FRITSCH, 2009; MILLER e HAMMOND, 2010), ou ainda como um dispositivo de “regência digital” (BRUEGGE et al., 2007; PENG e GERHARD, 2009; NAKRA et al. 2009). O nunchuk possui dois botões, um controle direcional com dois eixos e é equipado com um acelerômetro que permite obter informações sobre posição relativa, absoluta, velocidade e aceleração do dispositivo. O wii remote (também conhecido pela redução *wiimote*) é o responsável pelo envio de dados, por *bluetooth*, dos dois controles. Ele possui sete botões, excluindo o botão *power* destinado a ligar o console Wii, um controle direcional com dois eixos e também é equipado com um acelerômetro.

Além do maior número de recursos de controle, o par wiimote/nunchuk tem vantagens qualitativas em relação ao *joystick* do tipo manche. Em primeiro lugar, a sua comunicação com o computador é sem fio, o que concede maior liberdade de deslocamento ao *performer*. O fato de que cada controle é feito para uso com uma só mão e não necessita de apoio de uma superfície também contribui para uma maior liberdade de movimento. Outra vantagem: um maior número de controles é capaz de transmitir correntes de dados, em vez da simples alternância de estados, comuns nas chaves.

### 3.2.2.2 Software

O programa criado para o WiiMA traz algumas modificações feitas para ajustar a programação do M.M.S. ao novo dispositivo de entrada. O número de amostras manipuláveis foi reduzido de cinco para quatro - utilizando o mesmo critério anterior, botões de mais fácil acesso controlam tais amostras. Há controles independentes para a posição de leitura das amostras duas a duas. Alguns parâmetros dos efeitos de *delay* e granulação são editáveis.

Algumas mudanças foram realizadas na interface gráfica para facilitar o *feedback* visual durante a performance. A disposição dos módulos sonoros no programa estabelece uma correspondência em relação ao posicionamento dos respectivos botões que os controlam em ambos os controles, wiimote e nunchuk (Fig. 30).

O restante da programação é praticamente idêntico à do IMD M.M.S.

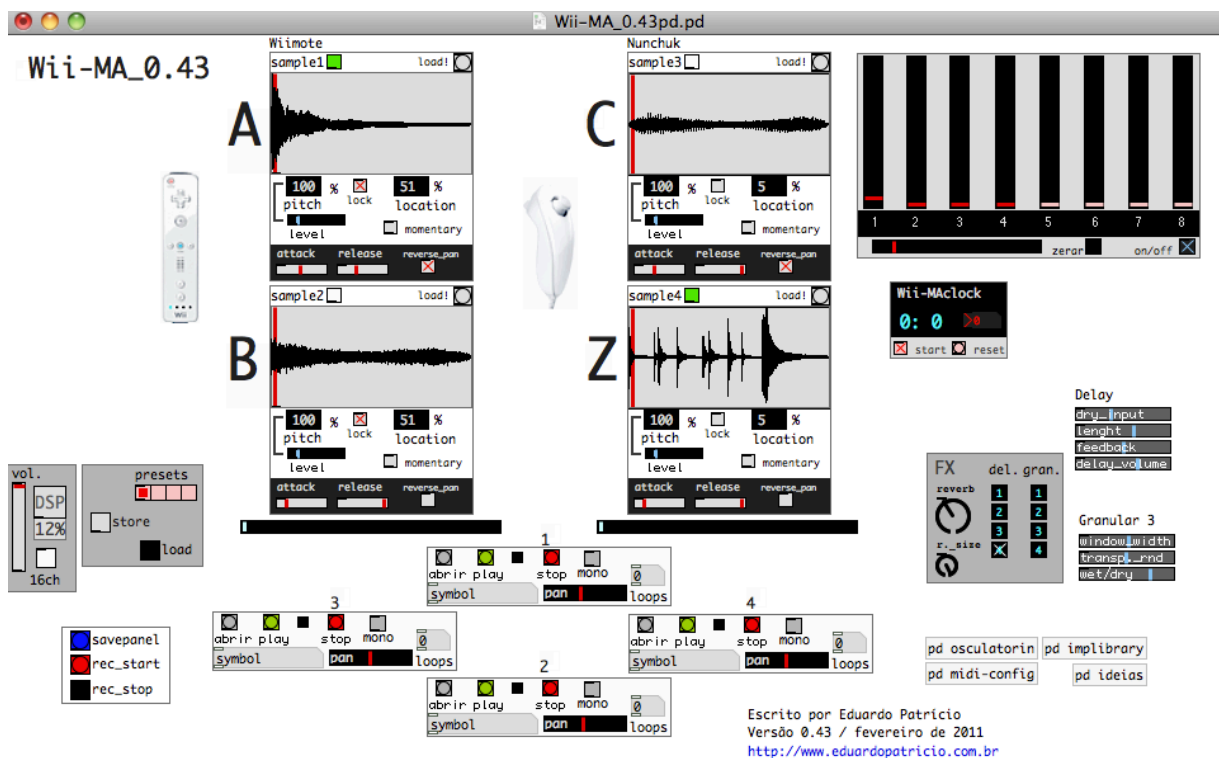


Figura 30 - Interface gráfica do aplicativo desenvolvido para o WiiMA.

### 3.2.2.3 Mapeamento

A principal distinção de mapeamento entre M.M.S. e WiiMA está relacionada à disponibilidade de um maior número de controles no dispositivo de entrada do segundo instrumento. No WiiMA, o controle panorâmico e de altura é feito pelo dispositivo direcional do nunchuk (Fig. 30). As posições de leitura das amostras manipuláveis são controladas pelo giro sobre o próprio eixo longitudinal dos controles wiimote (amostras 1 e 2) e nunchuk (amostras 3 e 4) (Fig. 31). Um controle incluído somente no WiiMA é o de intensidade. Os movimentos do wiimote e nunchuk no plano vertical controlam a intensidade das amostras 1 e 2; 3 e 4, respectivamente (Fig. 32).

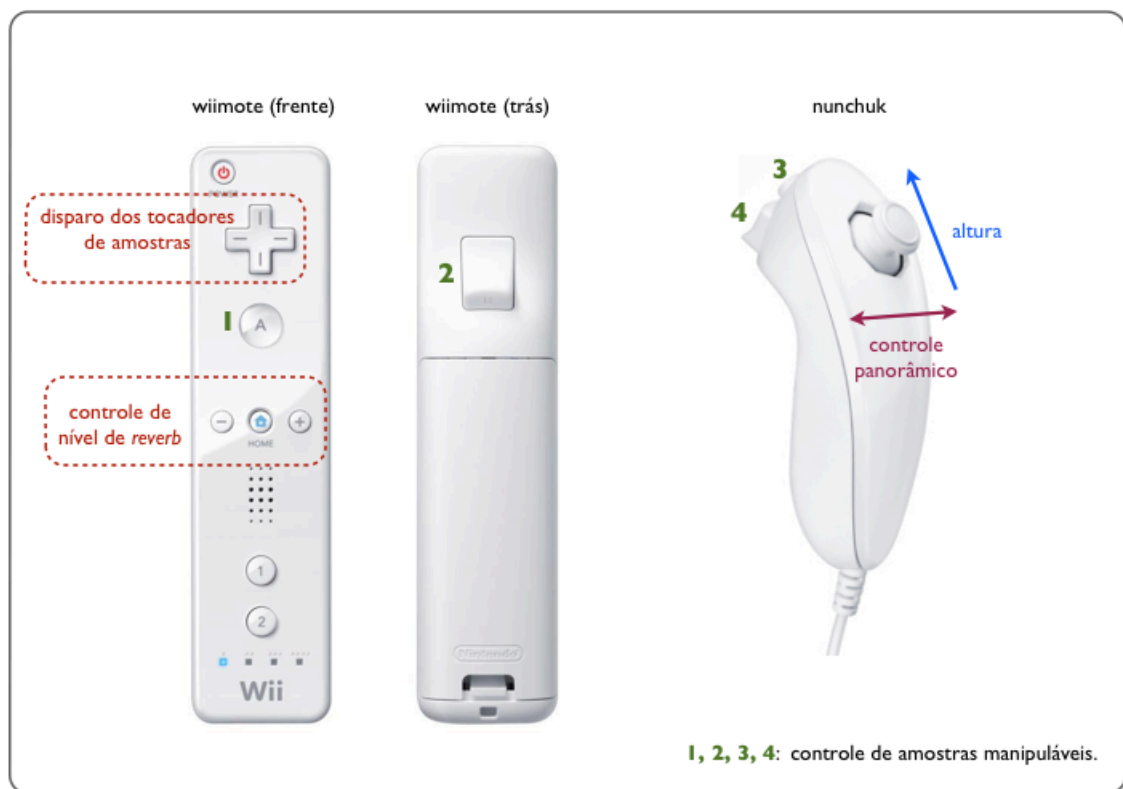


Figura 31 - Mapeamento de botões e controles direcionais.

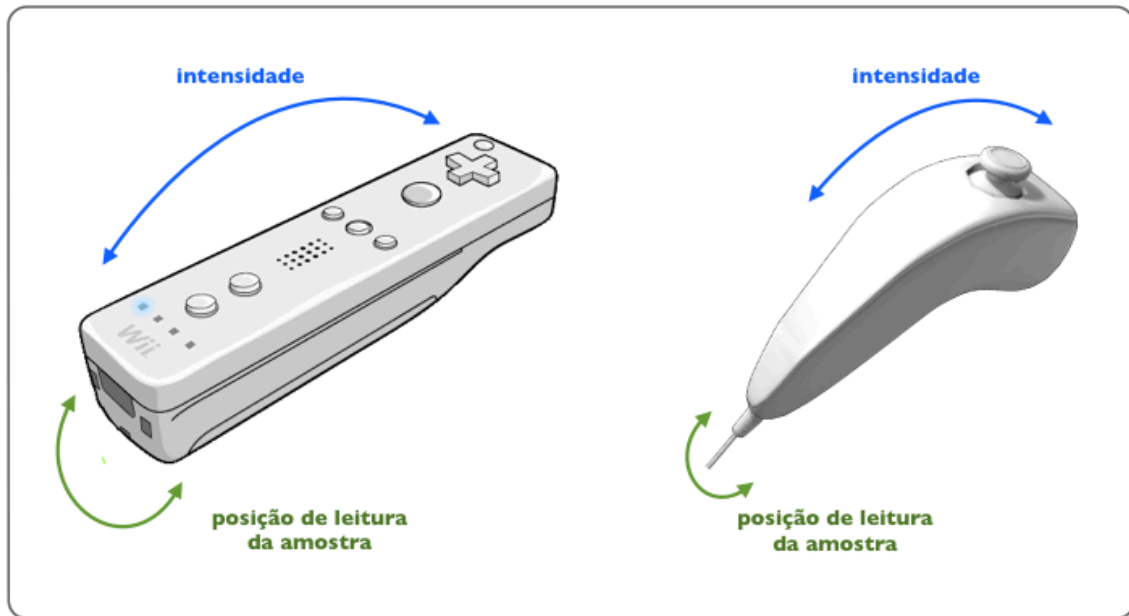


Figura 32 - Mapeamento básico dos acelerômetros nos controladores de jogo wiimote e nunchuk.

#### 3.2.2.4 Limites / Abertura

Os limites estabelecidos neste instrumento obra-processo são semelhantes aos encontrados no M.M.S, a não ser no que diz respeito aos dispositivos de entrada. As estratégias de configuração do instrumento e preparação de performance também são semelhantes. A diferença, mais uma vez, se concentra na nova interface gestual que modifica e acrescenta alguns controles em relação ao M.M.S.

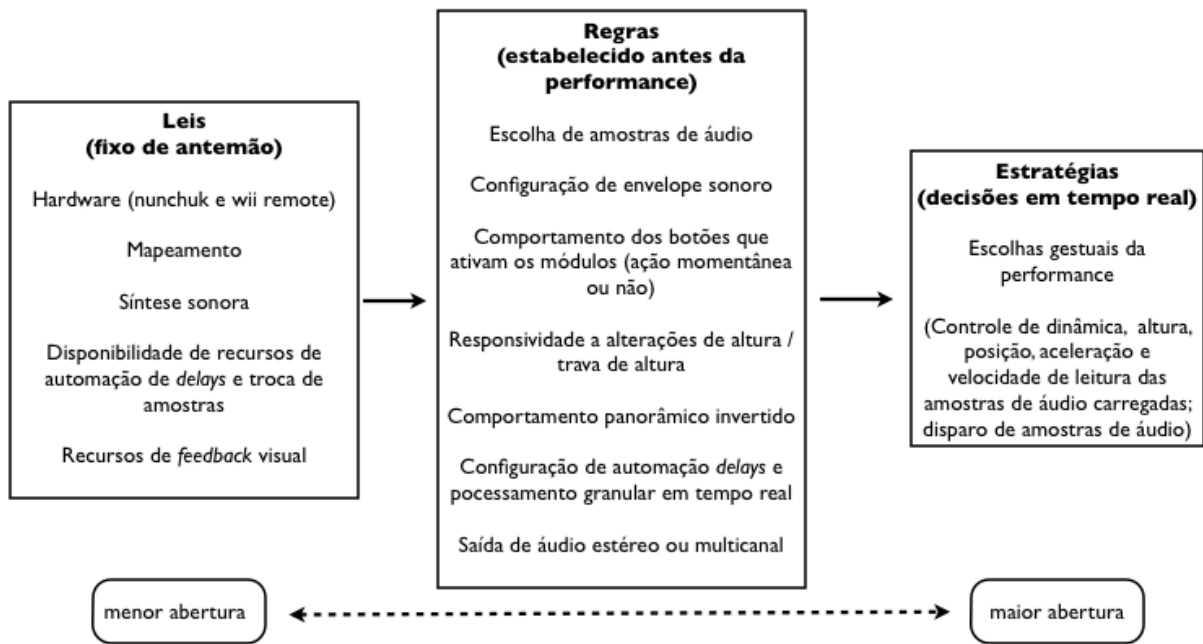


Figura 33 - Quadro-resumo dos elementos em cada nível de realização do IMD WiiMA.

### 3.2.2.5 Considerações

O IMD WiiMA, enquanto aprimoramento e continuação do M.M.S., compartilha suas capacidades de criação musical e as estende em função de acréscimos expressivos, principalmente pela liberdade de movimentação que sua interface gestual lhe confere, pela maior independência de controle entre os módulos de geração sonora e pelo maior e mais gestual controle de dinâmica. Esse conjunto maior de controles, e suas independências e interdependências permitem que um *performer* ‘modele’, em tempo real, as amostras de áudio escolhidas com um maior grau de variedade e simultaneidade de eventos sonoros.

O fato de que as posições de leitura das amostras, não estando atreladas a um único controle (como o manche no M.M.S.) também permite que o WiiMA, mais facilmente, produza resultados estéticos menos estereotipados.

### 3.2.3 Zin

O instrumento digital Zin foi inicialmente inspirado em *Seven Eyes*, interface construída pelo compositor Chikashi Miyama e descrita anteriormente neste trabalho. O elemento tomado de empréstimo de *Seven Eyes* constitui a principal característica da interface gestual de Zin (Fig. 34), o uso de sensores infravermelhos capazes de medir distâncias, o que permite o exercício de controle sem contato físico algum. O motivo central do uso de tais sensores é a possibilidade do controle de vários parâmetros / processos simultaneamente, a rápida alternância entre eles e a liberdade gestual dada ao intérprete em função da ausência de contato físico com a interface.



Figura 34 – Interface gestual do instrumento digital Zin.

#### 3.2.3.1 Hardware

A interface gestual de Zin é formada por um conjunto de seis sensores infravermelhos, modelo GP2D12 (*Sharp*), capazes de medir distâncias entre dez e oitenta centímetros e posicionados com a face para cima; dois sensores de proximidade

infravermelhos, nas laterais da interface; e seis botões sem retenção (Fig.35) conectados a um Arduino<sup>39</sup>, responsável pela conversão dos sinais elétricos dos sensores em informação digital transmitida para o computador através de uma conexão do tipo USB. Os sensores de distância são capazes de identificar diferentes posicionamentos de um objeto em relação a um ponto de referência, enquanto os de proximidade são dispositivos mais simples que somente acusam a presença de um objeto qualquer a partir de uma distância limiar fixa (FRADEN, 2004, p. 253). A montagem do circuito foi feita em uma estrutura projetada especificamente para este instrumento e formada por duas chapas de acrílico e seis cilindros de suporte de alumínio (Fig. 36). As chapas de acrílico são hexagonais e medem 21,85 centímetros de comprimento por 25,9 centímetros de largura. Este formato e tamanho foram assim definidos para que a distância entre os sensores permitisse a um intérprete acessá-los todos simultaneamente, um por um ou em diversas combinações.

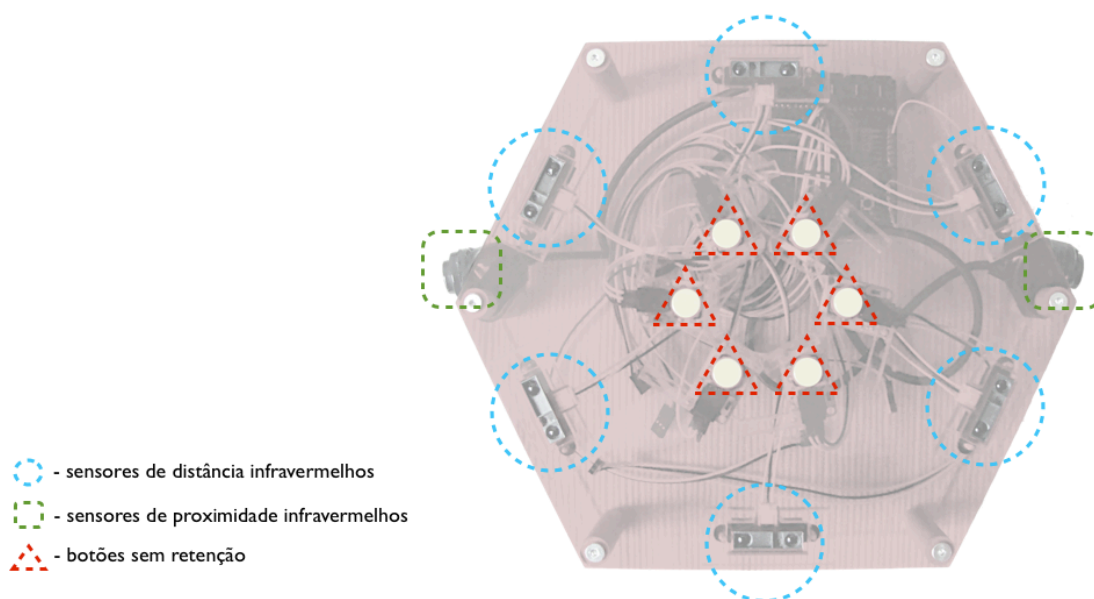


Figura 35 - Posicionamento de sensores e botões no IMD Zin.

<sup>39</sup> *Hardware open-source* com entradas analógicas e digitais destinado a criação de protótipos diversos. (<http://www.arduino.cc>)

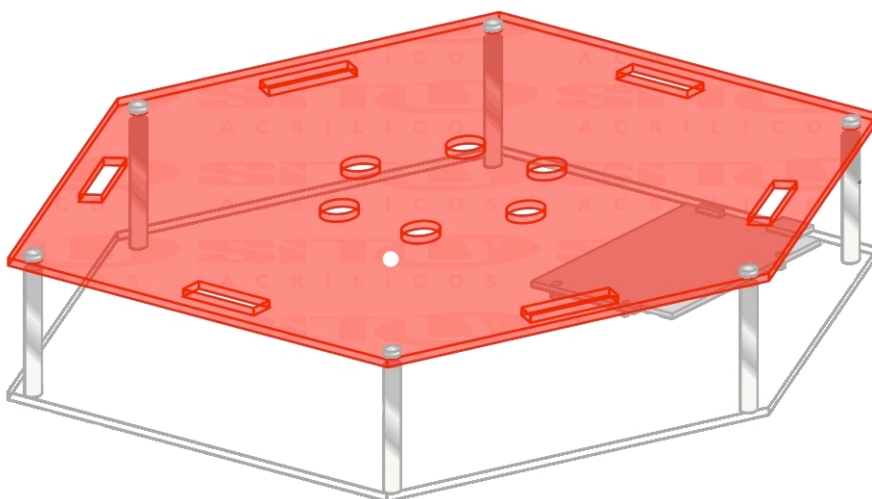


Figura 36 – Ilustração em três dimensões da estrutura de acrílico e alumínio do IMD Zin.

### 3.2.3.2 Software

O aplicativo desenvolvido para o IMD Zin utiliza um algoritmo de síntese granular como ponto de partida para sua unidade de geração sonora. Usualmente a síntese granular utiliza milhares de pequenos fragmentos sonoros com duração entre 1 e 100 milissegundos reagrupados de modos diversos para gerar atmosferas sonoras (ROADS, 2001, p. 86-87). No entanto, na aplicação de Zin, os “grãos” alcançam uma duração de até 500 milissegundos, portanto um ouvinte qualquer é capaz de identificar esses fragmentos maiores como eventos sonoros independentes de um plano textural. São utilizadas amostras de áudio pré-gravadas e armazenadas no computador.

A partir da camada de síntese granular gerada pela ação direta do intérprete, são criadas mais duas camadas. Uma delas funciona através de *delays* programáveis. A segunda é formada pela ação de um algoritmo que recolhe constantemente pequenas amostras do som gerado durante a performance, criando um pequeno banco temporário de sons, e as reproduz novamente em arranjos aleatórios, sempre com uma frequência múltipla à da síntese principal. Esta última camada, aqui chamada de *camada-buffer*, tem um comportamento bem menos previsível.



Os parâmetros manipuláveis em tempo real, através dos sensores de distância, são: tamanho e frequência de geração dos grãos, volume e altura do resultado sonoro final e intensidades de som processado por efeitos de *reverb* e *delay*. Os sensores de proximidade, posicionados nos lados esquerdo e direito, controlam respectivamente a presença da camada-*buffer* e a troca de amostras disponíveis para a síntese granular inicial.

Para a síntese granular inicial, é possível carregar e executar duas amostras de áudio de cada vez, em duas seções diferentes A e B. Cada amostra carregada pode ser salva como *preset*. O acesso a diferentes amostras se dá de duas formas: (1) durante a performance o intérprete pode mudar de amostras sequencialmente utilizando o sensor infravermelho do lado direito da interface gestual; (2) o programa inclui um sistema de agendamento de eventos que é capaz de realizar várias mudanças em pontos de tempo previamente definidos.

A comunicação entre Arduino e a parte de software escrita em Pure Data foi feita através do *firmware*<sup>40</sup> Firmata (um protocolo genérico para a comunicação de micro-controladores com *softwares* em computadores) (STEINER, 2009).

A interface gráfica do Zin possui um relógio para monitoração do tempo de performance, controles para carregar amostras de áudio pré-gravadas ou não, para definir pontos temporais de mudança de amostras (automação), para ajustar o nível de resposta de cada sensor e a quantidade de compressão aplicada ao produto sonoro final. Para fins de *feedback*, também há uma representação em duas dimensões da interface gestual que permite ao intérprete monitorar visualmente o resultado de suas ações sobre cada sensor.

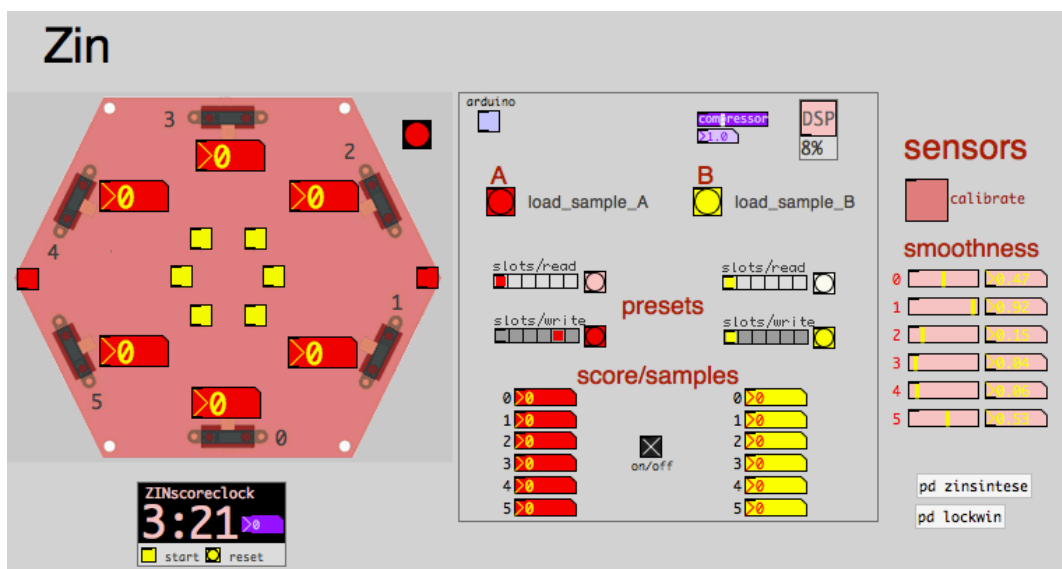


Figura 37 – Interface gráfica do IMD Zin.

<sup>40</sup> Tipo de programa gravado em memória *flash*, normalmente bem pequeno.

A saída de áudio do Zin pode ser estéreo ou em quatro canais. Neste caso a informação estéreo é duplicada para o segundo par de saídas.

### 3.2.3.3 Mapeamento

Assim como no M.M.S. e WiiMA, a metáfora “de imersão” (*dipping metaphor*) também é usada aqui. O mapeamento de Zin utiliza uma estratégia explícita básica do tipo um-para-um. Os sensores de distância são responsáveis pelo controle da intensidade sonora geral, *reverb*, *delay*, altura, tamanho e frequência dos grãos/fragmentos sonoros (Fig. 38). No entanto, na prática, este mapeamento acaba por funcionar como convergente (vários controles para desencadear uma única resposta), pois é necessário o uso de pelo menos dois sensores (controle de intensidade e controle de altura, por exemplo) para que haja algum resultado sonoro. Se os parâmetros de *reverb* ou *delay* estiverem envolvidos, é necessária a combinação de, pelo menos, mais dois parâmetros para que haja emissão sonora. Ou seja, todos os parâmetros são dependentes do controle de intensidade, e os controle de *delay* e *reverb* só geram algum resultado sonoro em combinação com um terceiro parâmetro (altura, tamanho e frequência dos grãos).

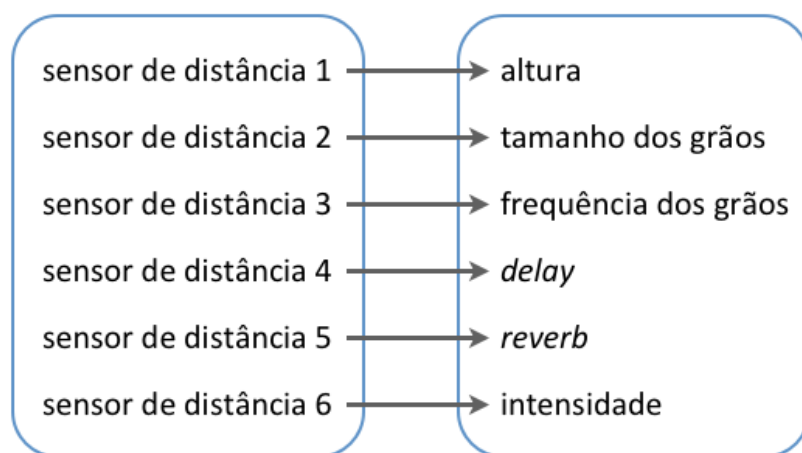


Figura 38 - Mapeamento básico do IMD Zin.

Independente da estrutura descrita acima, os dois sensores de proximidade, posicionados nas laterais, foram direcionados para o acionamento da camada extra de síntese e troca de amostras da síntese granular.

#### 3.2.3.4 Limites / Abertura

Assim como nos outros dois instrumentos já descritos, as escolhas referentes a interface gestual, mapeamento, síntese e processamento sonoros e recursos de automação são limites fixos do Zin. Foram estabelecidas no processo de *design* e conferem ao instrumento suas características sonoras principais e o modo de articulação dos eventos. Esses aspectos pertencem ao primeiro nível de realização, das leis. Ou seja, correspondem a tudo que é fixo na obra-processo Zin.

Os elementos que compõem o segundo nível de realização, das regras, são os recursos editáveis: sensibilidade dos sensores, escolha de amostras de áudio e automação de mudanças de amostras e de *delay*.

Ao nível de realização das estratégias, terceiro e último, destinam-se as escolhas do intérprete quanto ao uso dos sensores. A camada de síntese, que é gerada por um sistema de *buffer* e que progressivamente registra pequenos trechos das performances e os reproduz de modo imprevisível, é algo previamente configurado na etapa de *design*. No entanto, também se encaixa no terceiro nível de realização, pois sua característica sonora depende da performance em si além do fato de que é possível ativá-la ou desativá-la em qualquer instante.

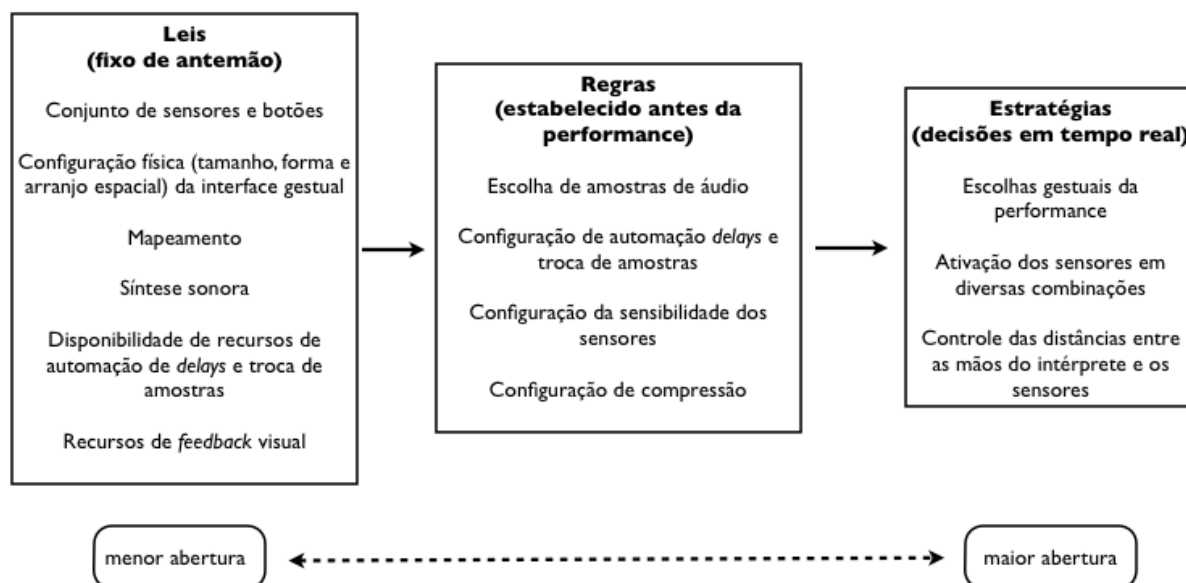


Figura 39 - Quadro-resumo dos elementos em cada nível de realização do IMD Zin.

### 3.2.3.5 Considerações

O instrumento digital Zin tem como principal característica o acesso e controle de diversos parâmetros e/ou processamentos através de gestos físicos sem contato direto com a interface gestual. Isso permite ao intérprete grande liberdade de movimentos, mas também exige bastante familiaridade com a relação entre mapeamento, respostas sonoras e sensibilidade dos sensores de distância. Zin é capaz de obter grandes variações de dinâmica, texturas diversas em função, basicamente, da variação de tamanho dos grãos entre 0,5 e 500 milissegundos e de sua frequência de geração. Para tanto é preciso atentar para as diversas relações possíveis entre os parâmetros de controle disponíveis e as formas de realizá-los de forma prática. A multiplicidade de efeitos musicais depende diretamente das combinações diversas dos seis sensores de distância. Um ponto bastante importante do funcionamento geral do Zin é que esse conjunto de controles também permite que sejam criadas não só texturas sonoras constantes, mas também grupos de sons articulados (“frases”) intercalados por pausas. Tal recurso foi intencionalmente perseguido desde o planejamento do instrumento para evitar o fator musicalmente limitante do pouco ou nenhum controle sobre o silêncio entre eventos sonoros. Em função disso, o sistema de síntese em conjunto a interface gestual permite que sejam criados desde sons muito curtos e espaçados até texturas contínuas. Mais

uma vez, e este é um ponto central neste instrumento, esse controle se deve à possibilidade do acesso rápido a múltiplos controles simultaneamente.

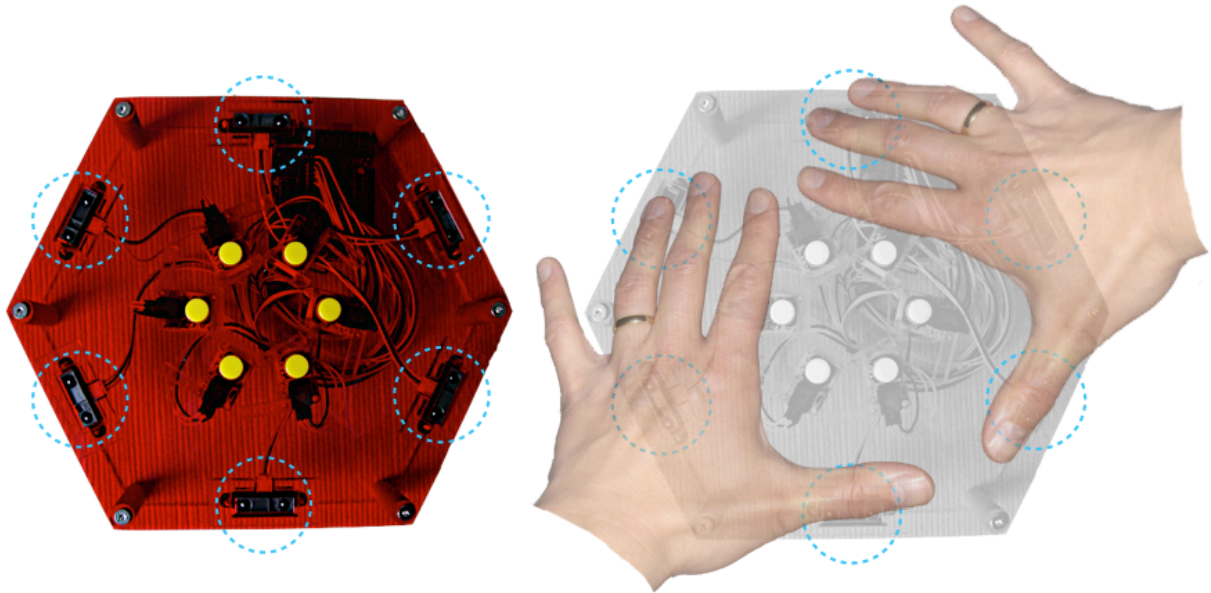


Figura 40 - Sensores de distância e exemplo de posicionamento das mãos sobre eles.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atingir seus objetivos traçados em seu projeto, esta pesquisa envolveu quatro esferas de ação: estudo teórico, composição, implementação de *software* e criação de *hardware*. Tais metas eram: o estabelecimento de um paralelo entre a criação de instrumentos musicais digitais e a atividade composicional sob a perspectiva dos conceitos de obra aberta e obra-processo; a visualização de estruturas, etapas de planejamento e estratégias de criação de IMDs; o destaque de questões técnicas e estético-musicais relacionadas à luteria digital; e, por fim, a aplicação desse conjunto de ideias à criação de novos instrumentos digitais.

Inevitavelmente, em função das diferentes esferas de ação já mencionadas, o processo de pesquisa se estabeleceu através de um diálogo constante entre teoria e prática. E, para atingir seus objetivos, envolveu a revisão de trabalhos teóricos relacionados à criação de instrumentos digitais e à composição através do computador; a leitura dos conceitos de obra aberta e obra processo; a elaboração de roteiro sugestivo de aspectos estruturais e composicionais a considerar na criação de IMDs; a criação de três exemplos de instrumentos digitais/obras-processo desenvolvidos segundo essas diretrizes. Neste ponto, é interessante observar que o estabelecimento de um plano geral para a criação de instrumentos digitais, considerando-os como obra, foi sem dúvida um recurso útil durante a feitura dos exemplos criados durante esta pesquisa. No entanto, finalmente nem todos os detalhes traçados previamente foram mantidos. Mudanças foram realizadas para a solução de problemas e/ou resultados insatisfatórios que não puderam ser antecipados durante a etapa de planejamento. Muitas ideias novas foram incorporadas ao M.M.S., WiiMA e Zin ao longo do caminho. Principalmente durante os testes dos mapeamentos básicos e a implementação dos recursos extras de síntese e processamentos sonoros. Como em qualquer atividade composicional, as avaliações de acordo com a audição dos resultados sonoros são fundamentais. Dessa forma, é interessante manter uma postura crítica e estar disposto a fazer mudanças em relação ao que foi planejado no início. Inclusive pelo fato de que no trabalho com tecnologias não é tão difícil ocorrer mudanças de foco dos fins para os meios. Ou seja, não é difícil perder de vista os resultados musicais esperados em função da preocupação excessiva com as ferramentas

construídas para alcançá-los.

Ainda assim, diante do percurso realizado e dos resultados obtidos, é possível afirmar que a compreensão de instrumentos digitais como obras abertas ou obras-processo pode ser um recurso didático útil ao luthier digital para o planejamento e desenvolvimento de IMDs de maneira a não perder de vista nem aspectos técnico-estruturais nem os objetivos estético-musicais buscados. Também é interessante ressaltar que esta é, com certeza, apenas uma das leituras possíveis em relação à luteria digital. Não se pretende afirmar que tal paralelo entre instrumento e obra deva ser universal e invariável; ou que a visão estrutural dos IMDs apresentada nesta pesquisa deva ser encarada como um modelo definitivo. Certamente há inúmeras formas de abordar e compreender tal atividade.

Para trabalhos futuros, é interessante considerar a possibilidade de se pensar em métodos específicos para a organização e articulação de materiais sonoros na estrutura de IMDs e a inserção de recursos visuais de *feedback* mais complexos e mais expressivos que possam, talvez, vir a fazer parte da performance em si, indo além da representação de valores de parâmetros na interface gráfica de interação. Ou ainda, pensar na utilização de outras formas de *feedback*, como o tátil, por exemplo. Certamente esse é um ponto que pode oferecer recompensas na busca pela criação de novos instrumentos digitais que sejam capazes de estabelecer maiores vínculos de interação durante a performance.

## REFERÊNCIAS

AIRA, César. Reinventar el arte. **Trespuntos**. vol 10. p. 70-73, nov. 1998.

APEL, Willi. **Harvard dictionary of music**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press. 1974.

ARFIB, Daniel; COUTURIER, Jean-Michel; LÖIC, Kessous. **Design and use of some new digital musical instruments. Lectures notes in computer science**. vol. 2915. p. 461-462. 2004. Disponível em: <<http://springerlink.metapress.com/content/k4e4fvh5cv8pbgbu/fulltext.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

ARFIB, Daniel; COUTURIER, Jean-Michel; LÖIC, Kessous. Expressiveness and digital musical instrument design. **Journal of New Music Research**, 2005, Vol. 34, Nº. 1, p. 125 – 136.

BERNARDES, Gilberto. **Mapping musical gestures: the intersection between musical improvisation and interactive systems**. 2008. Tese. Conservatory of Amsterdam Hogeschool voor de Kunsten. Amsterdam, 2008.

BLOLAND, Per. **The Electromagnetically-Prepared Piano and its Compositional Implications**. In: Proceedings of the 2007 International Computer Music Conference 2007. Copenhagen. p. 125-128. 2007.

BONGERS, Bert. **Physical interfaces in the electronic arts: interaction theory and interfacing techniques for real-time performance**. In: Trends in Gestural Control of Music Conference, Paris. 2000. Disponível em: <<http://www.create.ucsb.edu/~dano/594O/PhysicalInteractionBongers.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

BOTT, Jared N. et al. **One Man Band: A 3D Gestural Interface for Collaborative Music Creation**. In: Proceedings of IEEE Virtual Reality Conference 2009. Louisiana. 2009. Disponível em: <[http://www.eecs.ucf.edu/~jjl/pubs/bott\\_final.pdf](http://www.eecs.ucf.edu/~jjl/pubs/bott_final.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2010.

BOULANGER, Richard. Toward a new age of performance: reading the book of dreams with the Mathews Electronic Violin. **Perspectives of New Music**, vol. 24, No. 2, 1986, p. 130-155. 1986. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/833218>>. Acesso em: 25 out. 2010.



BRUEGGE, Bernd et al. **Pinocchio: conducting a virtual symphony orchestra**. In: Proceedings of the 2007 international conference on Advances in computer entertainment technology. Salzburg. 2007. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1255132>>. Acesso em: 05 out. 2010.

CADOZ, C. et al. **ACROE - ICA Artistic creation and computer interactive multisensory simulation force feedback gesture transducers**. In: Proceedings of the 2003 Conference on New Interfaces for Musical Expression. Montreal. p. 235-246. 2003. Disponível em: <<http://www.music.mcgill.ca/musictech/nime/onlineproceedings/NIME03Full.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2010.

CASCONE, Kim. The Aesthetics of Failure: “Post-Digital” Tendencies in Contemporary Computer Music. **Computer Music Journal**, 2000, Vol. 24, Nº. 4, p. 12 - 18. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/3681551>>. Acesso em: jun. 2009.

CENTER FOR COMPUTER RESEARCH IN MUSIC AND ACOUSTICS. **ElectroMagnetically Prepared Piano**. Disponível em: <<https://ccrma.stanford.edu/~sbacker/empp/index.html>>. Acesso em: 23 out. 2010.

CHION, Michel. **El arte de los sonidos fijados**. Cuenca: Centro de Creación Experimental, 2001.

CIPRIANI, Alessandro. GIRI, Maurizio. **Electronic music and sound design: theory and practice with Max/MSP**. vol. 1. Rome: ConTempoNet, 2010.

COOK, Perry. **Principles for designing computer music controllers**. In: Proceedings of the 2001 Conference on New interfaces for musical expression, Singapore. p. 1-4. 2001.

DEAN, Roger T. **Hyperimprovisation: computer-interactive sound improvisation**. Middleton: A-R Editions, 2003.

DOBRIAN, Christopher. **Strategies for continuous pitch and amplitude tracking in realtime interactive improvisation software**. In: Proceedings of the 2004 Sound and Music Computing Conference (SMC04), Paris, 2004. Disponível em: <[http://music.arts.uci.edu/dobrian/PAPER\\_051.pdf](http://music.arts.uci.edu/dobrian/PAPER_051.pdf)>. Acesso em jan. 2010.

ECO, Umberto. **Obra aberta**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

ENDO, Ayaka; KUHARA, Yasuo. **Rhythmic Instruments Ensemble Simulator Generating Animation Movies Using Bluetooth Game Controller**. In: Proceedings of The 8th International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Genova. 2008. Disponível em: <<http://nime2008.casapaganini.org/documents/Proceedings/Demos/56.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2010.

FERREIRA-LOPES, Paulo; DIAS, António de Sousa; COIMBRA, Daniela. **Music and Interaction: Consequences, Mutations and Metaphors of the Digital Music Instrument**. In: MARCOS, Adérito Fernandes; VALBOM, Leonel e MEIRA, Marta (eds). **ARTECH 2005 2º Workshop Luso-Galaico de Artes Digitais**. 2005. Disponível em: <[http://www.ima.zkm.de/~pfl/publications8/pfl\\_asd\\_dc.pdf](http://www.ima.zkm.de/~pfl/publications8/pfl_asd_dc.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2010.

FIEBRINK, Rebecca; COOK, Perry R. **The Wekinator: a system for real-time, interactive machine learning in music**. In: Proceedings of The Eleventh International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2010). Utrecht. 2010. Disponível em: <<http://ismir2010.ismir.net/proceedings/late-breaking-demo-13.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2010.

FRADEN, Jacob. **Handbook of modern sensors: physics, designs, and application**. New York: Springer, 2004.

GALLAGHER, Mitch. **The music tech dictionary: a glossary of audio-related terms and technologies**. Boston: Course Technology, 2009.

GLUCK, Robert. "Live electronic music performance: innovations and opportunities". **Tav+, Music, Arts, Society magazine**. Outono, 2007.

HAMM, Sam. **Computers and live performance: interactive, or interference?** In: Proceedings of Society of Composers, Inc., Region IV Conference, DeLand. 2003. Disponível em: <<http://samhamm.com/documents/hamm-interactive-interference.pdf>>. Acesso em: 12 ago 2009.

HAUENSTEIN, Mark. **Audio Shaker**. Disponível em: <<http://www.nurons.net/audioshaker>>. Acesso em: 08 out. 2010.

HOWARD, David M. et al. **Force feedback gesture controlled physical modeling synthesis**. In: Proceedings of the 2003 Conference on New Interfaces for Musical Expression.

Montreal. p. 235-246. 2003. Disponível em: <<http://www.music.mcgill.ca/musictech/nime/onlineproceedings/NIME03Full.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2010.

HUNT, A. WANDERLEY, Marcelo M. KIRK, Ross. **Towards a Model for Instrumental mapping in Expert Musical Interaction**. In: Proceedings of the 2000 International Computer Music Conference. San Francisco, p. 209-212. 2000. Disponível em: <[http://recherche.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/Hunt\\_Towards.pdf](http://recherche.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/Hunt_Towards.pdf)> Acesso em: 8 abr. 2010.

IAZZETTA, Fernando. **Sons de Silício: corpos e máquinas fazendo música**. 1996. Tese. PUC. São Paulo, 1996.

IAZZETTA, Fernando. **Revendo o papel do instrumento na música eletroacústica**. In: Anais do II Encontro de Música Eletroacústica. Brasília, 1997.

IAZZETTA, Fernando. **Música e mediação tecnológica**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

JO, Kazuhiro. **Audio interface as a device for physical computing**. In: Proceedings of Audio Mostly 2008 – a Conference on Interaction with Sound, Piteå. p. 123-127. 2008.

JORDÀ, Sergi. **New Musical Interfaces and New Music-making Paradigms**. In: Proceedings of the 2001 conference on New interfaces for musical expression, Singapore. p. 1-5. 2001.

JORDÀ, Sergi. **The Reactable**. In: Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2005). Barcelona. p. 579-582. 2005a.

JORDÀ, Sergi. **Digital Luthieri: crafting musical computers for new music's performance and improvisation**. 2005. Tese. Universitat Pompeu Fabra. Barcelona, 2005b.

KESSOUS, Loic. **Gestural control of singing voice, a musical instrument**. In: Music and Sound Computing Conference, 04, 2004, Paris. Disponível em: <<http://www.smc-conference.net/smc04/>>. Acesso em: 26 abr. 2010.

Lansky, Paul. A view from the bus: when machines make music. **Perspectives of new music**. vol. 28, no. 2. 1990. p. 102-110. 1990. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/833010>>. Acesso em: 27 set. 2010.

LATHAM, Alison. **Diccionario enciclopédico de la música**. [s.l.]: Fondo de Cultura Económica, 2008.

MANNING, Peter. **Electronic and computer music**. New York: Oxford University Press, 2004.

MILLER, Jace; HAMMOND, Tracy. **Wiiolin: a virtual instrument using the Wii remote**. In: Proceedings of the 2010 Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2010). Sydney. 2010. Disponível em: <[http://www.educ.dab.uts.edu.au/nime/PROCEEDINGS/papers/Demo%20Q1-Q15/P497\\_Miller.pdf](http://www.educ.dab.uts.edu.au/nime/PROCEEDINGS/papers/Demo%20Q1-Q15/P497_Miller.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2011.

MIRANDA, Eduardo Reck. **Computer sound design: synthesis techniques and programming**. Oxford: Focal Press, 2002.

MIRANDA, Eduardo Reck. **Composing music with computers**. Oxford: Focal Press, 2004.

MIRANDA, Eduardo Reck. WANDERLEY, Marcelo. **New Digital Instruments: control and interaction beyond keyboard**. Middletown: A-R Editions, 2006.

MIYAMA, Chikashi. Angry sparrow – research [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <epatricao@yahoo.com> Acesso em: 12 jun. 2010.

MUMMA, Gordon. **Live-electronic music**. In: APLETON, Jon H. PERERA, Ronald C. (ed.). The development and practice of electronic music. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975.

NAKRA, Teresa Marrin et al. **The UBS Virtual Maestro: an interactive conducting system**. In: Proceedings of The 9th International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Pittsburgh. 2009. Disponível em: <[http://web.media.mit.edu/~paris/Paris\\_Smaragdis/Paris\\_Smaragdis\\_Publications\\_files/nakra-nime09.pdf](http://web.media.mit.edu/~paris/Paris_Smaragdis/Paris_Smaragdis_Publications_files/nakra-nime09.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2010.

NIERHAUS, Gerhard. **Algorithmic composition: paradigms of automated music generation**. Wien: Springer, 2009.

NYMAN, Michael. **Experimental music: Cage and beyond**. New York: Cambridge

University Press, 2008. 2 ed.

OLIVER, J. JENKINS, M. **The Silent Drum Controller: A New Percussive Gestural Interface**. In: Proceedings of the International Computer Music Conference, Belfast, 2008.

PARADISO, Joseph A. Electronic music: new ways to play. **IEEE Spectrum**, vol. 18, p. 18 – 30. dez. 1997.

PENG, Lijuan; GERHARD, David. **A gestural interface for orchestral conducting education**. In: Proceedings of the First International Conference on Computer Supported Education. Lisboa. 2009. Disponível em: <[http://www2.cs.uregina.ca/~gerhard/publications/CSEDU\\_2009\\_111\\_CR\\_revised.pdf](http://www2.cs.uregina.ca/~gerhard/publications/CSEDU_2009_111_CR_revised.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2010.

QUARANTA, Daniel E. Processos composicionais. **Cadernos do Colóquio**. 2003. p. 68 - 79. 2003. Disponível em: <<http://www.seer.unirio.br/index.php/coloquio/article/view/80/45>>. Acesso em: 05 set. 2010.

RILEY, Terry. In C. [s.l.]: Celestial Harmonies, 1989. partitura (3 p.). Disponível em: <[http://imslp.org/wiki/In\\_C\\_\(Riley,\\_Terry\)](http://imslp.org/wiki/In_C_(Riley,_Terry))>. Acesso em: 8 out. 2010.

PURE DATA. Pd-Portal. Disponível em: <<http://puredata.info/>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

PUTNAM, William. KNAPP, R. Benjamin. **Input/data acquisition system design for human computer interfacing**. Notas de palestra, out. 17, 1996. Disponível em: <<http://www.cs.princeton.edu/~prc/MUS539/Sensors.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2009.

ROADS, Curtis. **Microsound**. Cambridge: The MIT Press, 2001.

ROLAND, Abel. MOREIRA, Daniel F. FRITSCH, Eloi. **Música Eletroacústica Experimental: Criação de uma Interface Musical Interativa**. In: Anais do XIX Congresso da ANPPOM. Curitiba. 2009. CD-Rom.

ROVAN, Joseph Butch et al. **Instrumental gestural mapping strategies as expressivity in computer music performance**. In: Proceedings of Kansei - The Technology of Emotion workshop. Genova. 1997. Disponível em: <[http://www.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/kansei\\_final.pdf](http://www.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/kansei_final.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2010.

ROWE, Robert. **Interactive musical systems. Machine Listening and Composing**.

Cambridge: The MIT Press, 1994.

SACHS, Curt. **The history of musical instruments**. New York: W. W. Norton & Company, 1940.

SHARON, Michael Eyal. **The Stranglophone: enhancing expressiveness in live electronic music**. In: Proceedings of the 2004 Conference on New Interfaces for Musical Expression. Hamamatsu, 2004. Disponível em: <[http://www.nime.org/2004/NIME04/paper/NIME04\\_4A09.pdf](http://www.nime.org/2004/NIME04/paper/NIME04_4A09.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2010.

SINCLAIR, Stephen. **Force-feedback hand controllers for musical interaction**. 2007. Dissertação. McGill University. Montreal, 2007.

SINCLAIR, Stephen; WANDERLEY, Marcelo M. **Using PureData to control a haptically-enabled virtual environment**. In: Proceedings of PureData Convention'07. Montreal, 2007.

SLORK. Orquestra de laptops da Universidade de Stanford. Disponível em: <<http://slork.stanford.edu/>>. Acesso em: 03 jun. 2010.

STEINER, Hans-Christoph. **The [hid] toolkit for Pd**. 2004. Dissertação. New York University. New York, 2004.

SMALLEY, Denis. Spectromorphology: explaining sound-shapes. **Organised Sound**, 1997, vol. 2, no. 2. p. 107 - 126. 1997.

STEINER, Hans-Cristoph. **StickMusic: using haptic feedback with a phase vocoder**. In: Proceedings of the 2004 Conference on New Interfaces for Musical Expression. 2004, Hamamatsu. Disponível em: <[http://www.nime.org/2004/NIME04/paper/NIME04\\_4A04.pdf](http://www.nime.org/2004/NIME04/paper/NIME04_4A04.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2010.

STEINER, Hans-Christoph. **Firmata: towards making microcontrollers act like extensions of the computer**. In: Proceedings of The 9th International Conference on New Interfaces for Musical Expression, Pittsburgh. 2009. Disponível em: <<http://users.notam02.no/arkiv/proceedings/NIME2009/nime2009/pdf/author/nm090182.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

STEINER, Hans-Christoph. **Stickmusic** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <epatricio@yahoo.com> Acesso em: 09 ago. 2010.

TARABELLA, Leonello. **Improvising computer music: an approach**. In: Proceedings, First Sound and Music Computing Conference, Paris. p. 185-191. 2004.

TONDER, Cobi van. **Music composition and performance in interactive computer/human systems**. 2004. Tese. University of the Witwatersrand. Johannesburg, 2004.

TOYODA, Shinichiro. **Sensillum: an improvisational approach to composition**. In: Proceedings of The 7th International Conference on New Interfaces for Musical Expression, New York. 2007. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1279792>>. Acesso em: 04 out. 2010.

TRUEMAN, Dan; COOK, Perry. BoSSA: the deconstructed violin reconstructed. **Journal of New Music Research**. vol. 29, n. 2, p. 121-130. jun. 2000.

TRUEMAN, Dan. **Digital instrument building and the laptop orchestra**. In: US Frontiers of Engineering Symposium. Armonk. 2010. Disponível em: <[http://music.princeton.edu/%7Edan/trueman\\_usfoe2010.pdf](http://music.princeton.edu/%7Edan/trueman_usfoe2010.pdf)>. Acesso em: 27 dez. 2010.

VIGODA, Benjamin. MERRIL, David. **JamiOki-PureJoy: a game engine and instrument for electronically-mediated musical improvisation**. In: Proceedings of the 2007 Conference on New Interfaces for Musical Expression, 07, 2007. New York. Disponível em: <[http://www.nime.org/2007/proc/nime2007\\_321.pdf](http://www.nime.org/2007/proc/nime2007_321.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2010.

WANDERLEY, Marcelo M.; SCHNELL, Norbert; ROVAN, Joseph. **ESCHER: modeling and performing composed instruments in real-time**. In: Systems, Man, and Cybernetics, 1998. 1998 IEEE International Conference. San Diego. 1998. Disponível em: <[http://www.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/SMC\\_FINN.pdf](http://www.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/SMC_FINN.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2010.

WANDERLEY, Marcelo. 2006. **Instrumentos Musicais Digitais - Gestos, Sensores e Interfaces**. In: ILARI, Beatriz (Ed.). Em Busca da Mente Musical. Curitiba, Brasil: Editora da Universidade Federal do Paraná.

WESSEL, David. WRIGHT, Matthew. Problems and prospects for intimate musical control of computers. **Computer Music Journal**. vol. 26, número 3, outono, 2002. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1245198&CFID=113353260&CFTOKEN=55831454>>. Acesso em: 12 jun. 2010.

WINKLER, Todd. **Composing interactive music: techniques and ideas using MAX**. London: The MIT Press, 1998.

WONG, Elaine L. et al. **Designing Wii Controller: a powerful musical instrument in an interactive music performance system**. Proceedings of the 6th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia. Linz. 2008. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1497205>>. Acesso em: 05 out. 2010.

YAMAHA. **WX5 wind MIDI controller**. Disponível em: <<http://usa.yamaha.com/products/music-production/midi-controllers/wx5>>. Acesso em: 11 nov. 2010.



## APÊNDICES

## APÊNDICE A - CD de dados com exemplos musicais: arquivos de áudio e vídeo

### Conteúdo do CD:

01 *Electric Talk* - improvisação realizada com o instrumento M.M.S. e que fez parte da exposição Hipersônica no FILE 2010. (arquivo de áudio)

02 Discos de Cobre - fragmento de improvisação com o instrumento M.M.S. realizada durante o FAT 2.0 (2010), promovido pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. (arquivo de vídeo)

03 Improvisação livre - realizada com o instrumento WiiMA. (arquivo de vídeo)

04 Improvisação livre - realizada com o instrumento Zin. (arquivo de vídeo)

05 Estudo para Zin nº. 1 - estudo composto para apresentação na II Mostra de Música Eletroacústica da UFPR (2010). (arquivo de vídeo)

06 Trecho do Programa ‘em Tese’ realizado pela TV UFPR e exibido no dia 17 de novembro de 2010 sobre o instrumento Zin. (arquivo de vídeo)

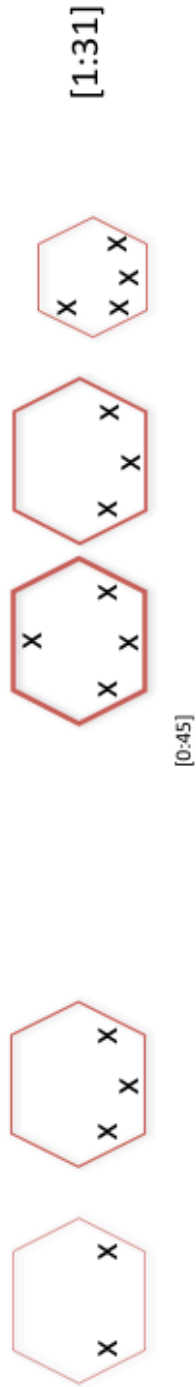
APÊNDICE B - Partitura gráfica e orientações de performance para o Estudo para Zin nº. 1

Estudo para Zin no. 1

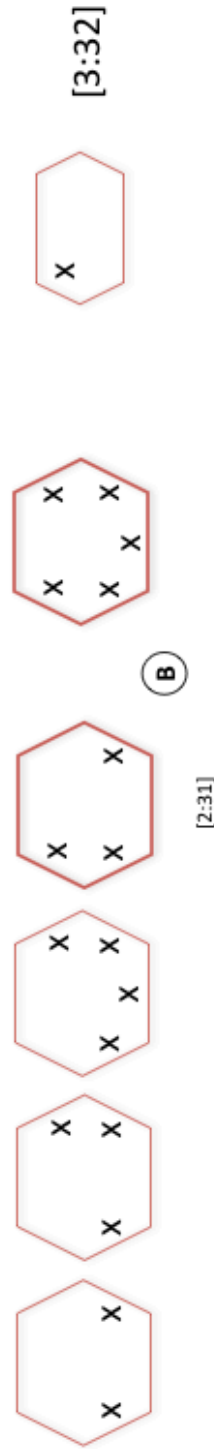
Duração: aprox. 6' 00"

*Eduardo Patrício*

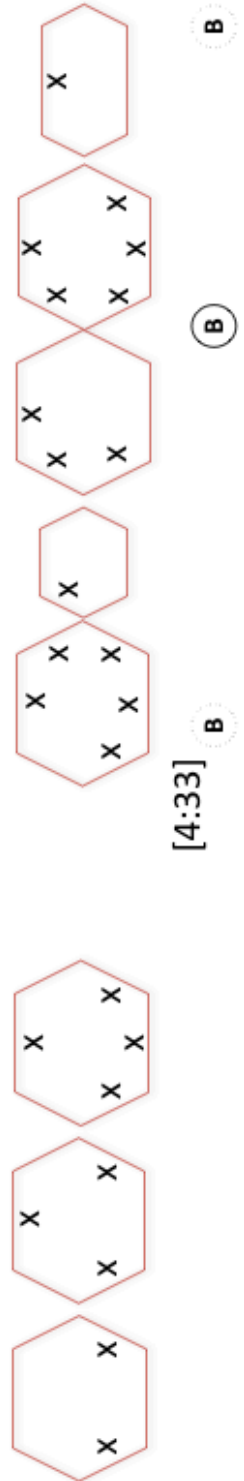
A – 90"



B – 120"



C – 120"



[B]

## Estudo para Zin no. 1 - Orientações de Performance

A partitura gráfica não indica todos os gestos físicos do intérprete que tem toda a liberdade de improvisar a partir das diretrizes estabelecidas.

A leitura dos símbolos da partitura se dá de forma sequencial da esquerda para a direita, linha por linha, de cima para baixo.

Os hexágonos são representações da interface física do instrumento Zin e os “X” em cada hexágono indicam que sensores usar naquele trecho da peça.


As diferentes distâncias entre os hexágonos indicam, de modo proporcional, o tempo de execução/improvisação sobre cada configuração.

Não há pulso ou métrica definidos, somente uma delimitação/sugestão de tempo, em segundos, para cada seção/linha.

As diferenças de espessura das arestas dos hexágonos indicam intensidade geral do trecho. Quanto mais grossas, mais intensa é a passagem.

Os hexágonos esticados horizontalmente têm um sentido de prolongamento/suspensão, como uma fermata, associada à reverberação.

O símbolo  indica o início do uso da camada de buffer.

O símbolo  indica o desligamento da camada de buffer.

No início de cada seção há uma indicação de seu tempo de duração (ex. A - 45”). As informações numéricas entre chaves (ex.: [1:23]) indicam os pontos temporais de mudança de samples de acordo com o sistema de *score*/cronometragem do patch, e têm que ser alcançados em silêncio.

## ANEXO - CD de dados com exemplos musicais: arquivos de áudio e vídeo

01 Trechos de performance realizada por Hans-Christoph Steiner com o instrumento *StickMusic*. (três arquivos de vídeo)

02 Chikashi Miyama apresentando a peça Angry Sparrow. (arquivo de vídeo)